

প্রাকৃতিক বিজ্ঞান ।

মুখবন্ধ

পদার্থ-তত্ত্ব বা পদার্থ বিদ্যা এই শব্দটি অনেকের জ্ঞানসীমারে
হইয়া থাকিবে। কিন্তু উহা বলিলে কিরূপ অর্থের প্রতীতি হয়,
অনুমান করি, তাহা সম্পূর্ণরূপে সকলের জ্ঞানাত হয় নাই। অতএব
সর্ব প্রথমে পদার্থ-বিদ্যার স্বরূপ বর্ণনে প্রবৃত্ত হইতেছি।

পদার্থ-বিদ্যা একটি সম্ভ্রান্ত কল্পরূপ স্বরূপ। ইহার শাখা
প্রশাখা সমুদায় জগদ্ব্যাপক। ইহার কোন কোন শাখা এমত অবনত
হইয়া আছে, যে আমাদিগের পাদম্পৃষ্ঠ তুলি লোষ্ট্রাদি মধ্যেও তাহার
প্রস্থানচয় প্রস্ফুটিত হইয়া থাকে—অভিনিবেশপূর্বক নিরীক্ষণ করি-
লেই দোঁধিতে পাওয়া যায়। আবার ইহার অপরাপর শাখা এমত।
তুল ও প্রশস্ত যে, অননুমের দূরবর্তী নক্ষত্রাংশিও তাহাদিগের
পুষ্পকলিকা-স্তবকরূপে প্রতীয়মান হয়। যখন আমরা উদ্ভিজ্জ-তত্ত্ব
বা ভূতত্ত্ব নিরূপণে মনোযোগী হই, তখন আমাদিগের মন এই কল্প-
রূপের স্বেচ্ছাগত শাখা কতিপয়কে অবলম্বন করিয়া ধরাপৃষ্ঠ স্পর্শ
করে, অথবা তদাত্ত মধ্যে প্রবিষ্ট হয়। যখন জ্যোতির্বিদ্যের
এইকক্ষার পরিমাণ, ধূমকেতুদিগের পথ নিরূপণ এবং নক্ষত্রদিগের

দূরত্বাদি অনুসন্ধান করেন, তখন তাঁহারিও এই স্বাক্ষর শাখা বিশেষকে অবলম্বন করিয়া; তাদৃশ দূরগমনে সমর্থ হন। অতএব এই কম্পকক্ষের পরিমাণ নিশ্চয় বরাবর সর্বতোভাবে সকলেরই অসামান্য।

কিন্তু যদিও পদার্থবিদ্যার কোন শাখা বিশেষে সমাগ্নিবৃত্তি লাভ করা এত অসামান্য ব্যাপার হয়, তথাপি সাধারণ পরিদৃশ্যমান যে ঈশ্বর সৃষ্টি পদার্থ সকল তাহাদিগের কিঞ্চিৎ কিঞ্চিৎ জানিত অন্য কোন বিষয়ে অধিক জ্ঞান আবশ্যক করেনা—প্রত্যুত তাহাই অন্য সকল জ্ঞান অপেক্ষা অধিক। বাস্তবিক দেখা যায়, তাহারই কারণ অনুসন্ধান করাতে হয়—এই এমন কেন, এটি কি জন্য ঈশ্বর ইচ্ছা—পরিদৃশ্যমান সকল বিষয়ে উদ্ভিলিত চক্ষু অনস্থিত বিচার করিয়া আরম্ভ করিলে তত্ত্বজিজ্ঞাসু হওয়া যায় এবং প্রকৃত প্রস্তাবে জিজ্ঞাসা করিলে অবশ্যই একপ্রকার প্রত্যুত্তর প্রাপ্তি হয়। অতএব গোটাকতম বহির্বাধ। কথা লইয়া আন্দোলন করিলেই পদার্থতত্ত্বজিজ্ঞাসু হওয়া হয় না। যথার্থ জিজ্ঞাসুর ভাব স্বতন্ত্র প্রকার। তিনি এই জগতের কোন ব্যাপারই সামান্য বোধ করিয়া অবজ্ঞা করেন না। সকল কার্যেরই কারণ আছে, এই সংস্কার তাঁহার মনে অতি প্রগাঢ়রূপে বদ্ধ থাকে। তিনি জানেন, অতি সামান্য ব্যাপারও যে কারণ হইতে উদ্ভূত হইয়াছে, অতি আশ্চর্য্য অননুভূত-পূর্ব ব্যাপার সকলও সেই কারণ হইতে উৎপন্ন হইতে পারে।

যখন জগদ্বিখ্যাত নিউটন্ আপনার উদ্যানস্থিত বৃক্ষ হইতে একটি ফল নিপতিত হইতেছে দেখিয়া মনে মনে জিজ্ঞাসা করিলেন, এই ফল কি জন্য ভূমিতে পতিত হইল?—নিউটন্ তখন পদার্থ-তত্ত্ব-জিজ্ঞাসু হইয়াছিলেন। মহামহোপাধ্যায় গালিলিও যখন গির্জাঘরে বসিয়া একটা দোহুলামান বাড়ের প্রতি একদৃষ্টে নিরীক্ষণ পূর্বক ভাবিত-ছিলেন, এই বাড়টা প্রথমতঃ অনেক দূর ব্যাণিয়! আন্দোলিত হইতে-ছিল, এইক্ষণে ইহার আন্দোলন ক্রমশঃ কম্প স্থান লইয়া হইতেছে,

প্রথম বারের বিজ্ঞাপন।

ইরোপীয় পণ্ডিতেরা বিজ্ঞান-শাস্ত্রের যে কি পর্য্যন্ত উন্নতি করি-
রাছেন তাহা বাক্য দ্বারা প্রকাশ করা যায় না। তাঁহাদিগের
নির্ম্মিত বাষ্পীয়-যন্ত্র, তাড়িত বার্তাবহ প্রভৃতি অতীব চমৎকারজনক
ব্যাপার সমস্তই তাঁহাদিগের অপরূপ কলমতার দেনীশ্যমান প্রমাণ
হইয়া রহিয়াছে। এই পুস্তকের মুখবন্ধে বিজ্ঞান-শাস্ত্রের নানা প্রকার
ভেদভঙ্গও উল্লেখ করা গিয়াছে। অতএব এই ক্ষুদ্র গ্রন্থে তাদৃশ
বিস্তীর্ণ শাস্ত্রের যে অতি স্বস্পাংশ মাত্রেই পরিচয় প্রদান করা
হইয়াছে ইহা বলা বাহুল্য।

প্রথমে মানস ছিল যে, সমুদায় বাহ্য-বিজ্ঞানটী এক খণ্ডে মুদ্রিত
করিয়া প্রচারিত করিব। কিন্তু ইংরাজী পদার্থ-তত্ত্বের ভাব সকল
নিতান্ত সংক্ষেপে প্রকাশ করিতে গেলে পুস্তক অত্যন্ত কঠিন হইয়া
উঠে। বিশেষতঃ বিবিধ প্রকার চিত্রের দ্বারা সেই সকল তাৎপর্য্য
প্রকাশ করিতে হয়। চিত্র প্রস্তুত করার ব্যয় বাহুল্য হওয়াতে,
সুতরাং পুস্তকের মূল্যও অধিক হইয়া পড়ে। এই সকল কারণে,
জড়ের-গুণ, গতির-নিয়ম এবং ভার-মধ্য এই তিনটী প্রকরণ মাত্র এক-
ত্রিত করিয়া এই প্রথম খণ্ড প্রচারিত করিলাম। যন্ত্র-বিজ্ঞান এবং
বাষ্পীয় যন্ত্র সম্বলিত দ্বিতীয় খণ্ড মুদ্রিত হইতে লাগিল।

এই গ্রন্থের টীকা পর্য্যন্ত সমুদায় ভাগ গুলি বিলম্বরূপে বুদ্ধিতে
হইলে, জীযুক্ত কৃষ্ণমোহন বন্দ্যোপাধ্যায় কর্তৃক অনুবাদিত স্ক্রিপ্টের
ক্ষেত্র-তত্ত্ব এবং জীযুক্ত প্রমথকুমার সর্কাদিকারী প্রণীত প্রাচীনগণিত
সমুদায় উত্তমরূপে জানা আবশ্যক নচেৎ টীকা গুলি পরিভাষা
করিয়া পাঠ করিতে হইবে। মূল গ্রন্থে কোথাও দ্রুত গণিতের

সহায়তা প্রদান করা হয় নাই। অতএব বোধ হইতেছে, বাঙ্গালী
বিদ্যালয়ের উচ্চ শ্রেণীর ছাত্রেরা এই পুস্তক সমারামে পাঠ করিতে
পারিবেন, আর বাহারা ইংরাজী বিদ্যালয়ে প্রথম পদার্থ-বিদ্যা শিক্ষা
করিতে আরম্ভ করিয়াছেন, বোধ হয়, এই পুস্তক তাঁহাদিগেরও কতক
উপকারে আসিতে পারে।

পরিশেষে বক্তব্য এই যে, এই পুস্তক মুদ্রিত হইবার সময়ে জগন্নাথ
নন্দাল বিদ্যালয়ের অধ্যাপক জীর্নুজ রামগতি ন্যারদেব
বিলম্বে সহায়তায় ইহার সংশোধন করা হইরাছে।

এই পুস্তকের মূল্য এক টাকা স্থির করা গেল। কিন্তু কোন বিদ্যা-
লয়ের ছাত্রেরা ইহা পাঠ করিবার নিমিত্ত লইলে প্রতি কাশি বই
আনা মূল্যে পাইতে পারিবেন।

দ্বিতীয় বারের বিজ্ঞাপন।

প্রাকৃতিক বিজ্ঞানের প্রথম খণ্ড অনেকানেক বিদ্যালয়ের পাঠ্য
পুস্তক বলিয়া নির্দিষ্ট হওয়াতে অঙ্গিকালের মধ্যেই প্রথম বারের মুদ্রিত
সহস্র খণ্ড পুস্তক নিঃশেষিত হইয়া গিয়াছে। অতএব সংশোধিত
করিয়া ইহা পুনর্মুদ্রিত করা গেল এবং প্রথম বারে ইহার মূল্য এক
টাকা ছিল এবার দশ আনা মাত্র করা গেল।

ষষ্ঠ বারের বিজ্ঞাপন।

প্রাকৃতিক বিজ্ঞানের দ্বিতীয় খণ্ড যন্ত্র-বিজ্ঞান ও কল-বিজ্ঞান
বিভাগ প্রথম খণ্ডের সহিত একত্রিত করিয়া মুদ্রিত করা গেল। সম-
স্ত পুস্তকের মূল্যও কিছুমান করিয়া এক টাকা করা গেল।

কিন্তু স্থানের স্থানাতিরেক হইলেও সকল আন্দোলনেই সময় প্রায় সমান লাগিতেছে, ইহার কারণ কি?—গ্যালিলিওর এই মানস প্রশ্ন যদার্থ পদার্থ-তত্ত্ব জিজ্ঞাসুর প্রশ্ন। যখন সুবিজ্ঞ আর্কিমিডিস্ স্থান করিতে গিয়া জল পরিপূর্ণ টবে নিমগ্ন হইবা মাত্র আপনাকে লঘু ভার বুঝিয়া মনে মনে জিজ্ঞাসা করিলেন, জলে পড়িলে সকল জ্বাই কিয়ৎপরিমাণে লঘু ভার হয় ইহার কারণ কি?—তখন তিনি পদার্থ-তত্ত্ব-জিজ্ঞাসু হইয়াছিলেন। কোন পঞ্চম বর্ষীয় শিশুর হস্ত হইতে একটি পয়সা স্থলিত হইয়া গড়াইয়া যাইতেছিল। ঐ শিশু সমীপবর্তী শ্বীয় জনককে জিজ্ঞাসা করিল, পিতঃ পয়সা ত চেতন পদার্থ নয় তবে গড়িয়া যায় কেন?—ঐ শিশুও সেই সময়ে পদার্থ-তত্ত্ব-জিজ্ঞাসু বলিয়া পরিচিত হইবার যোগ্য।

তবে কি এই সর্বশেষোক্ত শিশুর এবং পূর্বেও কতিপয় মহামহোপাধ্যায়ের মধ্যে কোন প্রভেদ নাই? উইন্ডিগের সকলেবই কি নবের প্রকৃতি একপ্রকার ছিল?—কদাপি নহে। উইন্ডিগের মানসিক প্রকৃতির পরস্পর ভেদ আছে। কিন্তু সেই ভেদের কারণ অধিক নয়। কেবল এক মাত্র কারণের নিমিত্ত উইন্ডিগের পরস্পর তারতম্য এত অধিক হইয়াছে। সেই কারণের নাম অভ্যাস। তাহার দার্শনিক তাঁহারা সর্বদাই আপনাদিগের মনে মনে ঐরূপ প্রশ্ন জিজ্ঞাসা করা অভ্যাস করিয়াছেন—শিশু কেবল একবার মাত্র তাদৃশ প্রশ্ন জিজ্ঞাসা করিয়াছিল। নিউটন, গ্যালিলিও, আর্কিমিডিস্ প্রভৃতি মহোদয়েরা সর্বদাই ঐ সকল ব্যাপারের অনুধাবন করিতেন। অতএব যখন তাঁহারা উক্ত মানসিক প্রশ্ন সকল জিজ্ঞাসা করিলেন, তখন তাহার সহস্ররও পাইলেন। সুতরাং পদার্থ-তত্ত্ব-জিজ্ঞাসু হইতে হইলে সর্বদা ঐরূপ অভ্যাস আবশ্যক করে। যাহা বাহ্য দেখা যায়, তাহারই কারণ অনুসন্ধান করিতে হয়। যাহা বাহ্য শুনা যায় পরীক্ষা দ্বারা তাহাই সপ্রমাণ করিয়া লইতে হয়।

বশতঃ পদার্থ-তত্ত্বানুশীলনের এই এক সমস্তই গুণ যে, এই শাস্ত্রের সকল তথ্যই পরীক্ষা করিয়া লওয়া যায়। ইহার প্রমাণ প্রয়োগ সমস্ত প্রত্যক্ষ-মূলক। প্রত্যক্ষ প্রমাণ অন্য সর্ব প্রমাণ অপেক্ষা উৎকৃষ্ট—ইহাতে সন্দেহ মূল অতি অল্প থাকে। অতএব পদার্থ বিদ্যানুশীলনের এক প্রধান গুণ এই যে ইহার আলোচনা করিতে করিতে বুদ্ধি-শক্তির সমাধিক প্রার্থনাজন্মে। যাঁহারা পদার্থশাস্ত্রের অনুশীলন করেন, তাঁহারা কখনই কোন অপ্রামাণিক কল্পিত কথাকে প্রামাণিক বা প্রাকৃতিক বোধ করেন না—তাঁহাদের অনেক কুসংস্কার নিরাকৃত হইয়া যায়। যেমন বিজ্ঞান-জনক রাষ্ট্রের সকল প্রাকৃতিকতাবাদবাদের জ্যোতিঃ দর্শন মাত্র দীক্ষাগন্তবে পরিণত করে এবং সমুদায় জীব জন্তু হর্বোৎকল্ল সম্বন্ধেই যে যে কার্যো ব্যাপৃত হয়, তেমন পদার্থ-তত্ত্ব-জনিত স্বরূপ জ্ঞানালোক মনোমধ্যে প্রবিষ্ট হইয়া মাত্র জ্ঞান প্রমাদ সমস্ত একবারে অতীত হয়, এবং মানুষের বুদ্ধি-বৃত্তিগণ ক্রমশঃ নিয়ন্ত্রিত কাব্য সাধনে ব্যাপৃত হইয়া নাতিলয় আনন্দানুভব করাইতে শাস্ত্র করে।

সুতরাং পদার্থ-বিদ্যা শিক্ষা দ্বারা যেমন বুদ্ধিবৃত্তি সমস্তের স্ফূর্তি হয়, তেমন মনের শুদ্ধাঙ্গও জন্মে। বাহ্য এই বিদ্যাব বিষয়ীভূত তাহা অতি বিস্তার এবং প্রশস্ত। সেই সকলের আশুফল অনুভবন দ্বারা মানুষের মনও তাদৃশ প্রশস্ত হইবে, আশঙ্ক্য কি? যে ব্যক্তি পদার্থ-তত্ত্বগত অবিচলিত নিয়ম সমস্তের কার্য্য দর্শন করিয়া থাকেন, তিনি কি ভয় শোভাদি সমাধা কারণ বশতঃ কদাপি প্রকৃত পথের বহির্ভূত হইতে পারেন?

পদার্থ-বিদ্যানুশীলন দ্বারা যেমন দীপ্তির স্ফূর্তি এবং মনের প্রশস্ততা জন্মে, তেমনইহা কর্তৃক অস্তঃকরণের কোমলতা, সাধুতা এবং নির্মলতাও সম্পাদিত হয়। যিনি যেমন দেখেন তিনি সেইরূপ হন। এই পরিদৃশ্যমান প্রকৃতি কার্য্যে নিয়মাত্মক বাপার কিছুই

দাই । ইহার অধিকাংশই একান্ত শাস্ত, সুন্দর এবং কমলীয় । অতএব যিনি সর্বদা ইহার সজ্জিত পরিচয় করেন, তাহার চিত্তও ইহার গুণ সকলকে আকর্ষণ করিয়া অবশ্যই শাস্ত সুন্দর এবং বিশুদ্ধ হয় ।

অগিচ, পদার্থ-বিদ্যা সমস্তের অভ্যাস দ্বারা জগতের নিয়ম সকল অবগত হওয়া যায় । নিয়ম কি ?—এই প্রশ্নের উত্তর করিবার চেষ্টা করিলেই বোধ হইবে, যাহাকে নিয়ম বলিতেছি তাহাকে সর্ব-নিরন্তর পরমেশ্বরের ইচ্ছা বিশেষ বলিলেও বলা যায় । অতএব যে শাস্ত্র অধ্যয়ন দ্বারা জগদীশ্বরের ইচ্ছা জানিতে পারা যায় তাহা কি ধর্মশাস্ত্র হইতে অতিরিক্ত নহে ?

[বিষয়ভেদ দ্বারা পদার্থ-বিদ্যার বিভাগ—জড়পদার্থ
কি ?—তাহা কয় প্রকার ?—প্রাকৃতিক-কার্য্য কি ?—
তাহা কয় প্রকার ?—তত্ত্ববিষয়ক শাস্ত্র কি কি ?]

কোন প্রশস্ত বা অপ্রশস্ত স্থানে বহির্গত হইয়া একবার চতুর্দিক নিরীক্ষণ করিলেই কত সংখ্যাতীত পদার্থের প্রত্যক্ষ হয় ! কিন্তু তন্মধ্যে কে সর্বাপেক্ষে মনোমোহন কিছুর নিশ্চয় কহিতে পারা যায় না । যেমন অপরিজ্ঞাত এবং বিশৃঙ্খলরূপে সমুদ্র কোন পুস্তক হস্তে পড়িলে তাহা খুলিয়া তাহার কোথায় আদি কোথায় অন্ত কিছুই নিশ্চয় করিতে না পারিয়া মৌনভাবে এবং স্তব্ধমুখে সেই পুস্তক রাখিয়া দিতে হয়, পরিদৃশ্যমান এই প্রকৃতি পুস্তকের প্রতি হঠাৎ অনুপ্রাণিত করিলেও ঠিক সেইরূপ ঘটে । অতএব যদি এই পুস্তককে অগ্নি, কল্ক, কণ্ঠ, ইত্যাদি বিভাগ থাকে, তাহা প্রকাশ করিলে পারিলে ইহা পাঠ করিলে কিঞ্চিৎ সাহস জন্ম ; নচেৎ এতাদৃশ প্রকাণ্ড বিষয় একবারে জয়লাভ করা একান্ত অসম্ভব প্রযুক্ত সম্পূর্ণ

হতাশ হইতে হয়। কিন্তু এই জগৎরূপ গ্রন্থ মনুষ্যকৃত কোন গ্রন্থ অপেক্ষা যে বিশুদ্ধ হইবে এমত সম্ভব নয়। ইহার প্রাকৃতিক বিভাগ অবশ্যই থাকিবে; অতএব সেই বিভাগ কি তাহা জানিতে চেষ্টা করা উচিত।

ঐ বিভাগ এইরূপে করা যাইতে পারে। দর্শন ইন্দ্রিয়ের অপেক্ষা স্পর্শেন্দ্রিয় দ্বারা অতি স্পষ্টজ্ঞান জন্মে। চাক্ষুষ প্রত্যক্ষেও যখন ভ্রম হয়, তখন আমরা স্পর্শ দ্বারা সেই ভ্রম সংশোধন করিয়া লই। বিশেষতঃ যাহাকে স্পর্শ করিতে পারি তাহা যেমন সঙ্গী এবং অনলীক বোধ হয়, অন্য কোন ইন্দ্রিয়-গ্রন্থ বস্তুকে তাৎক্ষণিক সঙ্গী বা অনলীক বোধ হয় না। দেখুন কোন শিশুর সমক্ষে একখানি দর্পণ রাখিলে শিশু মুকুরে আপন শরীরের প্রতিবিম্ব দেখিয়াই নিবৃত্ত হয় না, শীঘ্র উহার পশ্চাৎ দিকে হস্তার্পণ করিয়া ঐ প্রতি-কৃতির স্পর্শানুভব করিতে চেষ্টা করে। অতএব যে সকল পদার্থ কেবল দর্শন-গ্রন্থ না হইয়া স্পর্শেন্দ্রিয়েরও গ্রন্থ হয়, তাহাদিগের একটি স্বতন্ত্র নাম কল্পনা করা মনুষ্যের স্বভাবসিদ্ধ বোধ হইতেছে। কলতঃ ঐ সকলেরই নাম জড় পদার্থ। যদি বল, ব্যস্তকে স্পর্শনাত্মক করিতে পারি, উহাকে দেখিতে পাই না, এবং জ্যোতিষ্ক সমস্তকে কেবল দেখিতে পাই, স্পর্শ করিতে পারি না, তবে বায়ু এবং জ্যোতিষ্কাদি কি জড় পদার্থ নয়? তাহার উত্তর এই যে, উহার উভয়ে-ইন্দ্রিয়ের গোচর-যোগ্য এমন প্রমাণ হয় বলিয়াই উহার পরিশেষে জড় পদার্থের মধ্যে বিবেচিত হইয়া থাকে।

যাহা স্পর্শেন্দ্রিয়ের গ্রন্থ নহে, অপর কোন ইন্দ্রিয়ের গ্রন্থ, অথবা, কেবল স্পর্শেন্দ্রিয় মাত্রের গ্রন্থ, তাহাকে জড় পদার্থ না বলিয়া প্রাকৃতিক-কার্য বলা যায়। অনৈতিক, শব্দ, তাপ ইহাদিগের মধ্যে কেহ কেবল দর্শনের, কেহ কেবল শ্রবণের, কেহ বা কেবল ইন্দ্রিয়ের গ্রন্থ, অতএব উহার জড় পদার্থ নয়—প্রাকৃতিককার্য।

এই প্রকারে বিষয় ভেদ করিয়া পদার্থ-বিদ্যাকে দুই ভাগে বিভক্ত করা যায়। ইহাঙ্ক যে ভাগে জড় পদার্থ সমস্তের প্রকৃতি নির্ণয় হয় তাহার নাম প্রাকৃতিক-ইতিবৃত্ত, আর যে অংশ পাঠ করিলে প্রাকৃতিক কার্য বিষয়ে জ্ঞান জন্মে, তাহাকে প্রাকৃতিক-বিজ্ঞান কহে।

পুনশ্চ, বিবেচনা করিতে হইবে যে জড়-পদার্থের মধ্যে কোন প্রকার-ভেদ আছে কি না। যদি থাকে, তবে প্রাকৃতিক-ইতিবৃত্তও অনেক অংশে বিভক্ত হইবে। মৃত্তিকা বা অন্য কোন অকৃত্রিম জড়-পদার্থ লইয়া বিবেচনা কর। দেখ, এই মৃত্তিকা যে প্রকার, এবস্ত্র-কার সকল মৃত্তিকার গুণই ইহাতে আছে। এই অর্ক তোলা পরিমিত গৈরিকের যে গুণ, গৈরিকময় পর্কতেরও সেই সমুদায় গুণ আছে। এই উপল-খণ্ডের যে প্রকৃতি, এতাদৃশ অতি বৃহৎ শিলা রাশিরও সেই প্রকৃতি। যে ব্যক্তি এক বিন্দু পরিমিত এই সকল ত্রব্যের গুণ পরীক্ষা করিয়াছে, সে ইহার পর্কত পরিমাণ রাশিরও সমুদায় গুণ জানিয়াছে। ইছাদিগের সমুদায় শরীর সম-প্রাকৃতিক।

কোন ফুলের একটি পত্র লইয়া তাহার আকার প্রকার সঙ্গীতের পরীক্ষা করিয়া এটি যে ফুলের পত্র সেই ফুলের মূল কেমন, তাহার কাণ্ড কেমন, তাহার পুষ্প কি প্রকার, তাহার ফল কীদৃশ ইত্যাদি কোন প্রশ্নের উত্তর করিতে পারা যায় না। অতএব পূর্বোক্ত মৃত্তিকা, আস্তর, গৈরিকাদি হইতে ইছাদিগের এক অভেদ সপ্রমাণ হইতেছে যে, ইহারা যেমন সম-প্রাকৃতিক, পত্র পুষ্পাদি তদ্রূপ নহে—অর্থাৎ ইছাদিগের যেমন নানা অঙ্গ প্রত্যঙ্গ আছে, পূর্বোক্ত পার্থক্য জড় সমস্তের তাদৃশ কিছুই নাই।

অপিচ দেখ, পত্র পক্ষাণি প্রাণী সর্বদা এক স্থানে স্থির হইয়া থাকে না, নীচু নীচু স্থান পরিবর্তন করে। যদি তাহাদিগকে ধরিতে নাই তাহারা ভীত হইয়া পলায়ন করে। কিন্তু কোন ফুলের পুষ্পচয়ন

করিয়া আনিতে গেলে উহা কদাপি পলায়নের চেষ্টা করে না।
বস্তুতঃ অঙ্গ প্রত্যঙ্গ সম্বন্ধে ও উহা সর্বতোভাবে চল-শক্তি বিহীন।

অতএব, অঙ্গ প্রত্যঙ্গ রহিত প্রস্তর গৈরিকাদি অঙ্গ প্রত্যঙ্গ বি-
শিষ্ট, কিন্তু গতি-শক্তি-বর্জিত বস্তুাদি, এবং অঙ্গ প্রত্যঙ্গ ও গতি-
শক্তি সম্পন্ন পশু পক্ষ্যাদি, এই ত্রিবিধ দ্রব্য আমাদের দর্শন এবং
জড় উভয়েন্ড্রিয়ের গোচর হইতেছে—সুতরাং জড় পদার্থ তিন প্রকার
হইল।

প্রাকৃতিক-ইতিবৃত্তও এইরূপ বিষয় ভেদানুসারে তিন ভাগে বিভক্ত
হইয়াছে। ইহার যে ভাগে অঙ্গ প্রত্যঙ্গ রহিত এক প্রাকৃতিক জড়
সমস্তের বিবরণ থাকে, তাহার নাম খনিজ-বিদ্যা। মাতৃ—মূল,
লৌহ, রক্তাদি, প্রস্তর—মাণিক্যাদি ;—পাথর—মৃৎপ্রাণ, খনিজ
গৈরিকাদি ;—এই সমস্ত দ্রব্য খনিজ-বিদ্যার বিষয়ভূত। উদ্ভিদ
সমস্তের বর্ণন ও বিবরণ যে শাস্ত্রে থাকে, তাহার নাম উদ্ভিদ-বিদ্যা।
এবং স্বেচ্ছা-গতি সম্পন্ন জড় সমস্তের বিবরণ যে শাস্ত্র দ্বারা অবগত
হওয়া যায়, তাহার নাম প্রাণি বিদ্যা।

যেমন প্রাকৃতিক-ইতিবৃত্ত ত্রিধা হইল, সেইরূপ বিষয় ভেদবশতঃ
প্রাকৃতিক-বিজ্ঞান ও ত্রিবিধ হইয়াছে। কোন কোন প্রাকৃতিক-কাৰ্য্য
এমত যে, যাহা হইতে উহারা উৎপন্ন হয়, ঐ উৎপত্তি-নিবন্ধন সেই
সকল বস্তুর প্রকৃতির অন্যগাভাব হয় না। স্বল্প পদার্থ ভেদ করিয়া
আলোকের গমন, হস্ত স্থলিত দ্রব্যাদির ভূমিতলে পতন, বস্তুদ্বয়ের
পূরস্পর্শ অভিস্রাব দ্বারা শব্দের উৎপত্তি, ইহারা এইরূপ কাৰ্য্য। এতদ্-
দূশ কাৰ্য্যসমস্ত বস্তুর আন্তরিক কোন ভাবের পরিবর্তন করিয়া ঘটে
না, এই নিমিত্ত ইহাদিগকে বাহ্য-কাৰ্য্য কহে। এই হেতু যে শাস্ত্র
দ্বারা ইহাদিগের প্রকৃতি নির্দিষ্ট হয়, তাহার নাম বাহ্য-বিজ্ঞান।

আর কতকগুলি কাৰ্য্য এরূপ যে, তাহাদেব উৎপত্তি নিবন্ধন প্রকৃ-
তির পরিবর্তন হয়। যথা পান্থক এবং গন্ধক এই দ্রব্যদ্বয়ের মিশ্রণে

হিঙ্গুল বা কঙ্কালি উৎপন্ন হয়—অগ্নি সহকারে কাষ্ঠাদি দাহ পদার্থ সকল আলোক এবং তাপ বিকশিত করিয়া ভস্মমাত্রাবশেষ হইয়া যায়—এবং বায়ু বিশেষ * যোগে লৌহ স্বেৎ রক্তবর্ণ হইয়া চূর্ণনীয় হয়, অর্থাৎ লৌহে মড়িচা পড়ে । এতাদৃশ কার্য দ্বারা দ্রব্য সমস্ত রাসান্তর বা গুণান্তর প্রাপ্ত হয়, এই জন্য এমত সকল কার্যকে রাসায়নিক কার্য কহে । যে বিজ্ঞান-শাস্ত্র দ্বারা এমত কার্য সকলের প্রকৃতি অবধাৰিত হয়, তাহার নাম রাসায়নিক-বিজ্ঞান ।

সজীব পদার্থ সমস্তের শরীরে যে সকল রাসায়নিক বা অতি-রাসায়নিক কার্য লক্ষিত হয় তাহাদিগের নাম শারীর-কার্য । যথা মূল দ্বারা রস গ্রহণ করিয়া উদ্ভিজ্জগণ বর্জিত হয়—আহার গ্রহণ দ্বারা প্রাণি সমস্ত পরিপুষ্ট হয়—নিশ্বাস-গ্রহীত বায়ুর কিয়দংশ ঐ আশাদিগের শোণিতের সহিত মিশ্রিত হইয়া তাহাকে লোহিতবর্ণ করে এবং প্রাণি-শরীরের কোন ভাগ ক্ষত হইলে তাহা পুনর্বার সংশোধিত হয়, ইত্যাদি শরীরগত কার্য যে বিজ্ঞান শাস্ত্রের উদ্দেশ্য, তাহার নাম শারীর-শাস্ত্র । সেই শাস্ত্র দুই প্রকার, উদ্ভিজ্জ-শারীর এবং প্রাণি-শারীর ।

এক্ষণে বক্তব্য এই যে, প্রথমে জড় পদার্থের যে প্রকার লক্ষণ নির্দেশ করা হইয়াছে, তাহা অভিনিবেশ পূর্বক বিবেচনা করিয়া দেখিলেই বোধ হইবে যে, কি খনিজ, কি উদ্ভিজ্জ, কি প্রাণিশরীর, জড় পদার্থ মাত্রেরই কতকগুলি ধর্ম সর্বসাধারণ এবং কতকগুলি গুণ পরস্পর বিভিন্ন । সুতরাং বিশেষ বিশেষ গুণের পরীক্ষা করিবার পূর্বে সাধারণ গুণ সমস্তের ব্যাখ্যা করা আবশ্যিক । সেইরূপ, প্রাকৃতিক-কার্য মাত্রেরও কতকগুলি ধর্ম ব্যাপক এবং কতকগুলি ধর্ম

ব্যাপ্যরূপে প্রতিরক্ষণ হইয়া থাকে। অতএব প্রাকৃতিক-কার্য মাত্রেয় ব্যাপক ধর্মগুলির বিবরণ অত্র অঙ্গসূত্র হওয়ার মিতান্ত প্রয়োজনীয়। কলতঃ এই জন্যই জড় পদার্থের নির্দিষ্ট গুণ সমস্ত এবং প্রাকৃতিক-কার্য মাত্রেয় অন্তর্নিহিত গতিরূপ সাধারণ ক্রিয়া, পদার্থ বিদ্যা-শাস্ত্রের উপক্রমেই অধীত হইয়া থাকে। এই দুই বিষয়ে কিঞ্চিৎ জ্ঞান লাভ না করিলে কি প্রাকৃতিক-ইতিহাসের, কি প্রাকৃতিক-বিজ্ঞানের, কাহারও শাখা বিশেষ অধ্যয়নে সম্যক্ অধিকার হয় না।

পদার্থবিদ্যা এই যে সমস্ত অংশে বিভক্ত হইয়াছে, তাহা উত্তম রূপে স্মৃতিগোচর করিবার অভিপ্রায়ে নিম্নে উহার কতিপয় শাখা প্রলাখ্য সমেত একটি আদর্শ প্রদর্শন করা যাইতেছে।

পদার্থ বিদ্যা।

জড়ের গুণ এবং গতির নিয়ম।

প্রাকৃতিক ইতিবৃত্ত।	প্রাকৃতিক-বিজ্ঞান।	প্রাকৃতিক বিজ্ঞানশাখা।
অঙ্গ-প্রত্যঙ্গ-বিরহিত সম-প্রাকৃতিক জড়-পদার্থ-বিদ্যা, অথবা খনিজ-বিদ্যা।	বস্তুর প্রকৃতি-বিকার না জ-ন্মায়-এমত প্রাকৃতিক কার্য-বিজ্ঞান অথবা বাহ্য-বিজ্ঞান।	(১) যন্ত্রবিজ্ঞান। (২) তারল্যবিজ্ঞান। (৩) বায়বীয়বিজ্ঞান। (৪) শব্দ বিজ্ঞান। (৫) তাপ বিজ্ঞান। (৬) দৃষ্টি বিজ্ঞান।
অঙ্গ-প্রত্যঙ্গ-বিশিষ্ট কিন্তু বে-জ্ঞা-গতি-শক্তি-বর্জিত জড়-পদার্থ-বিদ্যা, অথবা উদ্ভিজ্জ বিদ্যা।	বস্তুর-প্রকৃতি-বিকার জন্মায়-এমত-প্রাকৃতিক কার্য-বি-জ্ঞান, অথবা রাসায়নিক-বিজ্ঞান।	(১) আবৃত্ত-পদার্থ-রসায়ন। (২) বাত-পদার্থ-রসায়ন।
অঙ্গ-প্রত্যঙ্গ-বিশিষ্ট এবং জ্ঞা-গতি-শক্তি-বিশিষ্ট প-দার্থ বিদ্যা অথবা আণবিকবিদ্যা।	সজীব-জড়পদার্থের শারীর গত কার্য-বিজ্ঞান, অথবা শারীর বিজ্ঞান।	(১) উদ্ভিজ্জ শারীর। (২) আণবিক শারীর।

প্রাকৃতিক বিজ্ঞান ।

প্রথম অধ্যায় ।

[ইন্দ্রিয়দ্বারা কি জানা যায় ? জড় পদার্থ আছে কি প্রকারে সিদ্ধ হয় ?

জড়ের বস্তুসিদ্ধগুণ কি কি ? পরীক্ষাসিদ্ধগুণ কি কি ?

অস্থান-সিদ্ধগুণ কি কি ?]

আমরা ইন্দ্রিয় দ্বারা জড়ের গুণ জানিতে পারি। চক্ষুদ্বারা কাহার ক্রুরপ, স্পর্শ দ্বারা কে বড়ুর কে মহন এবং কে উষ্ণ কে শীতল, ইহা সমুদায় অবগত হওয়া যায়। সেইরূপ, জ্বলন দ্বারা কাহা হইতে কেমন শব্দ হয় এবং ঘ্রাণেন্দ্রিয় দ্বারা কাহার কেমন ঘ্রাণ ও রসনা দ্বারা কাহার কেমন স্বাদ ইত্যাদি জ্ঞান জন্মে। ইন্দ্রিয় দ্বারা এই মাত্র জানা যায়—ইহার অতিরিক্ত কিছুই জানা যায় না।

কিন্তু যে ইন্দ্রিয় দ্বারা হউক না কেন, যখন আমরা কোন গুণের প্রত্যক্ষ করি সেই সময়েই ঐ গুণের আধার যে কিছু অবশ্যই আছে এমন প্রতীতি জন্মে। কি জন্যে যে ঐ প্রকার প্রতীতি জন্মে তাহা বলিতে, এবং ঐ প্রতীতি যে অবশ্যই সত্য হইবে ইহাও বিচার দ্বারা সমর্থন করিতে পারা যায় না। কিন্তু বিচার দ্বারা সিদ্ধ না হউক, ইন্দ্রিয় দ্বারা বাহ্য জ্ঞান। যায় সেই গুলি কেবল গুণ মাত্র এবং ঐ সকল গুণের অবশ্যই কোন আধার আছে, এতাদৃশ বোধ আমাদের প্রকৃতি-সিদ্ধ-সংস্কার-মূলক বলিতে হইবে। সুতরাং সহজ যুক্তি মিথ্যা হইতে পারে, কিন্তু এই প্রতীতির যে কদাপি অন্যথা হইবে এমন বিশ্বাস হয় না।

কলতঃ আমরা ঐ সর্বজনীন নৈসর্গিক সংস্কার বশতঃ যে যে আপারে ইন্দ্রিয়-গ্রাহ্য গুণ সমস্ত আছে বোধ করিয়া থাকি, সেই আপারেরই নাম জড়। অতএব আমরা বলা যাইতে পারে যে, জড় স্বয়ং কোন ইন্দ্রিয় গ্রাহ্য নয়, ইহার গুণ সমস্তই ইন্দ্রিয়-গ্রাহ্য।

জড় পদার্থের ইন্দ্রিয় গ্রাহ্য-গুণ তিন প্রকার*। তাহার মধ্যে প্রথম প্রকারের অন্তর্গত যে দুইটি গুণ আছে তাহা অতি সহজেই বুঝিতে পারা যায়। এমন কি, সেই দুইটি গুণ নাই, অথচ কোন জড় পদার্থ আছে ইহা মনেও ভাবনা করিতে পারা যায় না। এই হেতু ঐ দুই গুণকে জড়ের স্বতঃসিদ্ধগুণ বলা গিয়া থাকে। তাহার একটীর নাম বিস্তৃতি। সকল জড় পদার্থেরই বিস্তার অর্থাৎ দৈর্ঘ্য প্রস্থ এবং বেধ থাকে। কেবল দীর্ঘ অথবা দীর্ঘ এবং প্রস্থমাত্র, কিঞ্চিৎপ্রস্থও বেধ-বিশিষ্ট নয় এমন জড় পদার্থ কিছুই নাই, এবং এমন যে কোন জড় থাকিতে পারে তাহা অনুভব করা যায় না। জড়ের স্বতঃসিদ্ধ দ্বিতীয় গুণের নাম স্থানানুরোধকতা। এই গুণ থাকিতে জড় পদার্থ যে স্থানে থাকে সেই স্থান সমুদায় কক্ষ করিয়া রাখে। সুতরাং দুইটি জড় পদার্থ কোন রূপেই এক সময়ে এক স্থানে অবস্থিতি করিতে পারে না। ভাবিয়া দেখিলেই বোধ হইবে যে, কদাপি জড়ের এই গুণের অন্যথাভাব হওয়া সম্ভব নহে।

জড়ের দ্বিতীয় প্রকার যে সকল গুণ তাহা এমন সহজে বোধগম্য হয় না। যদি আমাদেরই কেবল জ্ঞানেন্দ্রিয় মাত্র থাকিত এবং আমরা সচেতন হইয়া জড় পদার্থের প্রতি স্বল্প দৈহিক বল-প্রয়োগ করিতে না পারিতাম, তাহা হইলে কদাপি এই সকল গুণ অবগতির হইত না। যেমন চক্ষু না থাকিলে কোন জীবের কোন

বর্ণ কিছুই বুঝা যায় না, তেমনি সমুদায় ইন্দ্রিয় সংশ্লিষ্ট যদি আমাদিগের দৈহিক বল না থাকিত (অর্থাৎ আমরা কার্য বিশেষে দৈহিক বলের প্রয়োগ করিতেছি এমন বুঝিতে না পারিতাম) তবে কোন প্রকারেই এই গুণ গুলির পরীক্ষা হইতে পারিত না। এই হেতু এই সকল গুণকে জড়ের পরীক্ষা-সিদ্ধ গুণ বলা যায়।

তাহার মধ্যে প্রথম গুণের নাম নিশ্চেষ্টতা। জড় পদার্থ স্থানা-বরোধক—অর্থাৎ উহা যে স্থানে থাকে, সেই স্থান বন্ধ করিয়া রাখে। কিন্তু আমরা বল দ্বারা তাহাকে পূর্বস্থানচ্যুত করিয়া স্থানান্তরিত করিতে পারি। তাহা করিলেই উহার গতি হয়। অর্থাৎ জড়কে নাড়িলে নড়ে। সকল জড় পদার্থেরই যে এই গুণ আছে ইহাতে আমাদিগের এমন দৃঢ় প্রতীতি হইয়া গিয়াছে যে, যদিও কদাচিৎ দেখিতে পাই যে, বল প্রয়োগ করিয়া আমরা কোন জড়ের গতি জমাইতে পারিলাম না, তথাপি বিবেচনা করি যে, কোন শক্তান্তর ঐ স্থলে আমাদিগের প্রতিকূল হইয়াছে, নচেৎ অবশ্যই গতি জন্মিত।

যেমন আমরা বল দ্বারা জড় পদার্থের গতি উৎপাদন করিতে পারি, তেমনি উহার গতি আরম্ভ হইলে আবার প্রতিকূল বল দ্বারা সেই গতির নিবারণ করিতেও পারি। এই হেতু এমন সংস্কার হইয়া গিয়াছে যে, জড়ের গতি উৎপাদন করিতে বলের যেমন আবশ্যকতা উহার গতি নিবারণার্থেও বলের সেইরূপ প্রয়োজন আছে। অর্থাৎ জড় পদার্থ মাত্রই নাড়িলে নড়ে এবং থামাইলে থামে। কিন্তু তাহার আপনা হইতে, অর্থাৎ অপরের বল প্রয়োগ ব্যতিরেকে, সচল বা স্থির হইতে পারে না।

জড় পদার্থ মাত্রেরই নির্দিষ্ট পরিমাণে বিস্তৃতি আছে। কিন্তু আমরা নানা প্রকারে বল প্রয়োগ করিয়া কখন তাহার আয়তন বৃদ্ধি ও কখন না বর্দ্ধিত করিতে পারি। জড়ের যে গুণ থাকাতঃ উহার প্রতি কোন প্রকার বল প্রয়োগ করিলে জড় স্বাভাবিক

হইয়া যায়, সেই গুণের নাম সঙ্কোচতা, আর যে গুণ থাকিতে বল-প্রয়োগ দ্বারা উহার আয়তন-পূর্বাংশে অধিক বিস্তৃত হয়, সেই গুণের নাম বিস্তারিতা।

কোথাও কোথাও জড় পদার্থকে বল দ্বারা সঙ্কুচিত অথবা বিস্তৃত করিয়া ছাড়িয়া দিলে উহা পুনর্বার আঁপনার পূর্বায়তন প্রাপ্ত হয়। যে গুণের দ্বারা এইরূপ হয়, তাহার নাম স্থিতিস্থাপকতা।

যথোপযুক্ত বল-প্রয়োগ করিলে দেখিতে পাওয়া যায় যে, জড় পদার্থের যেরূপ আকৃতি পূর্বে ছিল, সেরূপ থাকে না। যেমন পূর্বে কথিত হইরাছে উহা কোথাও বিস্তৃত হয়, কোথাও বা সঙ্কুচিত হয়, কিন্তু স্থলবিশেষে বল-প্রয়োগ করিলে উহা নানা খণ্ডে বিভক্ত হইয়া যায়। জড় পদার্থের এই গুণের নাম বিভাজ্যতা।

এই সকল গুণ থাকিতে আমরা সহজেই জড় পদার্থকে সন্ধিত্র বোধ করি। কারণ, সন্ধিত্র না হইলে উহা কদাপি সঙ্কুচিত বা কোন বস্তু দ্বারা বিদ্ধ হইতে পারিত না। কিন্তু উহা সঙ্কুচিত এবং বিদ্ধও হইয়া থাকে, অতএব ইহার এই একটা অতন্ত্র গুণ অবধারিত হইল। এই গুণের নাম সন্ধিত্রতা।

জড়ের তৃতীয় প্রকার গুণ আমাদের অমুমানসিদ্ধ। কিন্তু অমুমানসিদ্ধ বলিয়া যে এই গুণগুলি সত্য নয়, এমন নহে। এই অমুমান সর্বতোভাবে প্রত্যক্ষ-মূলক এবং সর্ব প্রকার পরীক্ষা দ্বারা অসিদ্ধ। বিশেষতঃ এই সকল অমুমান দ্বারা জড়ের যে যে গুণ কল্পনা করা গিয়াছে, সেই সকল কল্পনা দ্বারা বহুবিধ প্রত্যক্ষ-সিদ্ধ ব্যাপারের প্রতি সহজে বীমাংস হইতেছে এবং এই সকল কল্পনা করিবার পূর্বেও বাহ্য জ্ঞান না ছিল সেই সকল প্রকৃতিকার্যের কারণ অনায়াস নির্দিষ্ট হইতেছে—তাহার সহিত পূর্ব কল্পনার কোন বিরোধ হইতেছে না, সুতরাং এই কল্পনা সমস্ত ভ্রমমূলক হইবে এবং কদাপি সম্ভবপর নহে।

জড়ের এই রূপ কল্পিত গুণ হই। তাহার প্রথমটির নাম পরমাণু-সংহতি, অর্থাৎ অনেকগুলি ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র পরমাণু একত্রিত হইয়া স্তূল জড় সমুদায় জন্মায়, এই নিমিত্ত ইহাকে জড়ের স্বরূপ বলিলেও বলা যায়। কিন্তু জড় যে পরমাণু-সংহতি ইহা অনুমান দ্বারা সিদ্ধ হইয়াছে বলিয়াই ইহাকে জড়ের অনুমান-সিদ্ধগুণ বলা গেল। অনুমান-সিদ্ধ দ্বিতীয় গুণের নাম আকর্ষণ। এই গুণ থাকিতে উক্ত পরমাণু সমস্ত অন্যোন্মোর প্রতি স্ব স্ব অভিমুখে বল প্রয়োগ করে।

এই দুই গুণের প্রকৃতি ক্রমশঃ সর্বিশেষ কথিত হইবে।

দ্বিতীয় অধ্যায় ।

[পরমাণুর অনুমান কি প্রকার ?—পরমাণুর আকার বহন ?]

কোন জড় পদার্থ লইয়া পরীক্ষা করিলেই বোধ হয় তাহাকে অসংখ্য খণ্ডে বিভক্ত করা যাইতে পারে। এক খানি কাগজ কাটিয়া দুই খানি করিতে পারা যায়, আবার সেই অর্ধেকেরও অর্দ্ধাংশ করা যায়। এইরূপে পুনঃ পুনঃ কর্তন করিয়া তাহাকে এত ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র অংশে বিভক্ত করা যাইতে পারে যে, সেই অংশ সমস্ত দৃষ্টির অগোচর হয়। কিন্তু দৃষ্টির অগোচর হয় বলিয়াই তাহার। যে অবি-
তাজ্য হয়, এমন নহে। বোধ হয়, তাদৃশ দৃষ্টি-শক্তি এবং তাদৃশ যন্ত্রাদি সম্পন্ন হইলে আমরা ঐ অক্ষাংশ সকলকে আরও ক্ষুদ্রতর করিতে পারিতাম।

কিন্তু এইরূপে বিভাগ করিয়া যাইতে যাইতে অবশ্যই ইহার পরিণাম প্রাপ্ত হইতে হয়, অর্থাৎ জড় পদার্থ এমন ক্ষুদ্র অংশে

বিভক্ত হইয়া যায় যে, তাহা আর বিভাগ যোগ্য হয় না। কোন ব্যক্তি কোন কালে কোন প্রবোধিতাদৃশ স্বল্প অংশ পর্যন্ত বিভাগ করিতে পারেন নাই বটে, কিন্তু জড়-পদার্থ আছে এমন স্বীকার করিতে হইলেই ঐ প্রকার বিভাগেরও একটা পরিসীমা আছে ইহাও অবশ্য স্বীকার করিতে হইবে। কারণ ইহা বিলক্ষণ বোধ হইতেছে যে, কোন নির্দিষ্ট আয়তন-বিশিষ্ট জড়কে যদি অনন্ত অংশে বিভাগ করা যাইত, তবে ঐরূপ বিভাগ করিতে করিতে উহার শেষে কিছুই থাকিত না *। কিন্তু যদি পূর্বে কিছুই না থাকে তবে পরেও কিছু থাকিতে পারে না। সুতরাং জড়ের উৎপত্তিই অসম্ভব হইয়া উঠে। ঐরূপ বিবেচনা দ্বারা পণ্ডিতেরা সিদ্ধান্ত করিয়াছেন যে, সকল জড়-পদার্থই অতি বহুসংখ্যক অংশে বিভাজ্য বটে, কিন্তু কেহই অনন্ত অংশে বিভাজ্য নয়। তাহার জড়-পদার্থের ঐ সকল অতি স্বল্প অবিভাজ্য অংশকে পরমাণু কহেন।

কিন্তু ঐ সকল পরমাণু যে কত ক্ষুদ্র এবং তাহাদিগের আকারই বা কি, ইহা কোন প্রকারে প্রত্যক্ষ করিয়া নিশ্চয় করিতে পারা যায় না। কেমন করিয়া পারা যাইবে? স্বর্ণকম্বার সময় কতি পাথরে ঘর্ষে যে দাগ পড়ে তাহারও অসংখ্য অংশ হইতে পারে। সেই সকল অংশ কোন প্রকারেই আমাদের দৃষ্টিগোচর হয় না। কিন্তু তাহারও এক একটা অনেক পরমাণু সমষ্টি।

ত্বক অপেক্ষা দর্শনেন্দ্রিয় স্বল্প, আবার দর্শন অপেক্ষাও যানেন্দ্রিয় অধিক স্বল্প। অর্থাৎ যানেন্দ্রিয়দেখিতে পাওয়া যায় না তাহা-

* যদিও যে একালে বিচার করা যায় এখানে সেইরূপ বিচার করিলে কিছু সহজে তাৎপর্যার্থ বোধ হইতে পারে। অর্থাৎ ভাগক্রিয়ায় ভাজক বস্তু বৃদ্ধি পায় ভাগফল ততই নান হয় সুতরাং ভাজক-বার পর নাই এমন বৃদ্ধি পাইলে অর্থাৎ অনন্ত হইলে ভাগফল শূন্য নান নাই এমন হইবে, অর্থাৎ শূন্য হইবে তাহার সম্ভাবনা বি-

রও স্থান গ্রহণ করা যায় । বস্তুতঃ দ্রব্যের অতি সূক্ষ্ম সূক্ষ্ম অংশ আসিয়া আমাদিগের নাসা রন্ধুস্থিত কতকগুলি স্নায়ু স্পর্শ করিলেই দ্রব্যের স্থান পাওয়া যায় । আতর, গোলাপ, মৃগনাভি প্রভৃতি সুগন্ধি সামগ্রীর যে স্থান পাওয়া যায়, তাহার এই কারণ । অতএব এক বিন্দু প্রমাণ আতর বস্ত্রে মাখিলে যদি তাহার গন্ধ দুই তিন দিন অবধি একটি গৃহ আঘোদিত করিয়া রাখে, তবে বিবেচনা কর সেই আতর বিন্দু কত অসংখ্যভাগে বিভক্ত হইয়াছে, কিন্তু সেই সকল ভাগের এক একটি যে এক একটি পরমাণু তাহারও প্রমাণ নাই, সুতরাং তাহারও এক একটি পরমাণুগুণ্য হইতে পারে । কোন কোন শিল্প কার্যে দ্রব্যের বেরূপ সূক্ষ্ম বিভাগ করা যায় তাহাও বিবেচনা করিয়া বুঝিলে বিশ্বময়্যাপন্ন হইতে হয় । পূর্বে ঢাকা প্রদেশীয় তক্ত-বারেরা ৫০০ | ৬০০ নম্বরের সূত্র প্রস্তুত করিয়া তাহাতে বস্ত্র নির্মাণ করিত । কথিত আছে, ঐ সকল বস্ত্র এমত সূক্ষ্ম হইত যে, প্রাতঃ-কালে শিশির সিক্ত ঘাসের উপর তাহার এক খণ্ড বিস্তৃত করিয়া দিলে সহজে দৃষ্টিগোচর হইত না ।

সূক্ষ্ম কাচের নলের দুই দিক ধরিয়া সাতিশয় অগ্নির উত্তাপে কোমল করত ক্রমে ক্রমে টানিতে থাকিলে উহাকে এমত সরু করা যায় যে, সেই কাচনল ঠিক এক গাছি রেসমের ন্যায় সূক্ষ্ম এবং কোমল হয় । কিন্তু জল দিয়া দেখিলেই বোধ হয় তাহারও ভিতর ছিদ্র থাকে । ঐ নল যদি কোমল না হইত তবে উহাকে লোমকূপ দিয়া অনায়াসে শরীরের মধ্যে প্রবিষ্ট করা যাইত—তাহাতে বেদনা বা ক্ষত হইত না ।

প্লাটিনম নামক এক প্রকার ধাতু আছে । ঐ ধাতুর অতি সূক্ষ্ম তার প্রস্তুত হইয়া থাকে । তাহা এমত সূক্ষ্ম হয় যে, দূরবীক্ষণ যন্ত্রের দর্পণের ভিতর দিয়া দেখিলেও উর্দাভের সূত্র অপেক্ষা অধিক স্থূল দেখায় না । উলফটন সাহেব ঐ তার প্রস্তুত করিবার রীতি প্রকাশ

করেন। স্বর্ণকাবেরা যে প্রকারে গুলো টানিয়া স্বর্ণ রৌপ্যাদির তার তৈরী করত এ সাহেবও প্রথমে সেই প্রকারে প্লাটিনমের তার প্রস্তুত করিতেন। তাহার পর ঐ স্বর্ণ তারকে অব রৌপ্যে মগ্ন করিলেই উহার চতুর্দিকের রৌপ্য লাগিয়া উহা কিঞ্চিৎ স্থূল হইত। পুনর্বার সেই রৌপ্য মগ্নিত তার লইয়া গুলো টানিয়া তাহাকে আরও স্বর্ণময় করিতেন। বারম্বার এইরূপ করিলেই ভিতরের প্লাটিনম তার ক্রমে অভ্যন্ত স্বর্ণ হইত। পরিশেষে ঐ তারকে লইয়া মহা-যবক্ষারাম * নামক এক প্রকার স্রাবকে মগ্ন করিলেই উহার উপরকার রৌপ্য স্রব হইয়া ভিতরের প্লাটিনম তার প্রকাশ হইত। ঐ তার এমত স্বর্ণ যে, তেমন দোহ শত তার একত্রিত করিলে এক গাছি স্বর্ণের বেসমের স্বত্রের ন্যায় স্থূল হয় এবং আড়াই সের প্লাটিনমের ঐরূপ তারে সমুদায় পৃথিবীর পরিধি পরিবেষ্টিত হইতে পারে।

কিন্তু প্রকৃতি-কার্যেই এই বিষয়ের সর্বোৎকৃষ্ট দৃষ্টান্ত পাওয়া যায়। ভূবীক্ষণ দ্বারা এমত সকল কীটগু দৃষ্ট হইয়াছে যে, তাহাদিগের ১০ লক্ষকে একত্র করিলে এক বালুকারেণু অপেক্ষা বড় দেখায় না। কিন্তু ঐ সকল জীবেরও অঙ্গ প্রত্যঙ্গাদি সমুদায় আছে, তাহারাও পানভোজন করে। সুতরাং তাহাদিগেরও অস্ত্র, পাবন্থলী, ইন্দ্রিয়-দ্বার সমুদায় আছে। তাহারাও আশ্রয় প্রদান করে তমানা কীটগুকে ভক্ষণ করে, এবং আশ্রয়গুণের শরীরের বস্ত্রে যে রূপ কীটগু সমস্ত বাস করে তাহাদিগের শোণিতেও সেই রূপ তদপেক্ষাও ক্ষুদ্রতর অণু-কীট সকল বাস করে! উহার কেমন কল্প?—কিন্তু উহারও বহু পরমাণুর সমষ্টি।।

যদি পরমাণু এমত ক্ষুদ্র হইল তবে সেই পরমাণুর আকার প্রকার কখনই প্রত্যক্ষ গোচর হইতে পারে না। কিন্তু মহুযের স্বভাব এমত

নয় যে, কোন বৈষম্য দেখিয়া একেবারে নিবৃত্ত হইয়া থাকে । যতই কেন কঠিন বিষয় হউক না, মনুষ্যেরা তাহার এক প্রকার মীমাংসার চক্কা অবশ্যই করেন । এই বিষয়েও সেইরূপ করিয়া এক প্রকার সিদ্ধান্ত স্থির করিয়াছেন । কিন্তু তাহা সমুদায় ক্ষণেই বুঝিতে হইলে গণিত এবং রাসায়নিক বিজ্ঞানে সমীচীন ব্যুৎপত্তি থাকা আবশ্যক । অতএব এই স্থলে তাহার স্থূল ব্যুৎপত্তি মাত্র প্রকাশ করা বাইতেছে ।

দেখ, স্থপতির কোন নির্মাণ কার্যে ব্যাপ্ত হইবার আগে সেই নির্মাণকর্মের উপযুক্ত দ্রব্যাদি আয়োজন করিয়া থাকে । যদি গোলাকার স্তম্ভ প্রথিত করিবার আবশ্যকতা হয়, তবে তাহার প্রথমে ইষ্টকগুলিকে কাটিয়া গোল গোল করির লয় । অপিচ ঐ প্রকার ইষ্টকে যে স্তম্ভ প্রথিত হয়, সেই স্তম্ভ ভাজিতে গেলেও উহা সহজেই গোল গোল হইয়া ভাজে—অন্য কোন প্রকারে তেমন সহজে ভাজে না । অতএব যদি কি প্রকার ইষ্টকে কোন স্তম্ভ নির্মাণ হইয়াছে তাহা পূর্বে জানা না থাকে, তথাপি যদি দেখিতে পাই যে, তাহাকে খণ্ড খণ্ড করিলে প্রত্যেক খণ্ডই গোলাকার হয়, তবে অবশ্যই অবধারিত করিতে পারি যে, ঐ স্তম্ভ গোল গোল ইষ্টকে নির্মিত হইয়াছিল । আবার দেখ, মনুষ্যেরা ইষ্টকের আকার ঘন-চতুর্কোণ করিয়া থাকে ; সর্বদা ঐরূপ করিবার ব্যুৎপত্তি এই যে, তাদৃশাকার ইষ্টক দ্বারা ঘন-চতুর্কোণ প্রাচীরাদির নির্মাণ অতি শ্রম-সায়েই নির্বাহিত হয় । প্রাচীর সমস্ত ভাজিলেও কি ক্ষুদ্র কি বৃহৎ যত খণ্ড হয় সকলই ঘন-চতুর্কোণের হয় ।

অতএব নিশ্চিত হইল, যদি ঐকোন দ্রব্য সর্বদা আপনাই হইতেই কোন নির্দিষ্ট আকার ধারণ করে, এবং যদি তাহাকে ভাজিলে তাহার সকল খণ্ডই উক্ত নির্দিষ্ট আকার সম্পন্ন হয়, তবে ঐ দ্রব্য যে সকল স্বক্ম স্বক্ম অংশের সংযোগে নির্মিত হইয়াছে, সেই সকল স্বক্মভাগও ভদ্রাকার হইবে ।

পণ্ডিতেরা এই সাংস্কৃতিক ন্যায়ের অনুগামী হইয়া কোন দ্রব্যের পরমাণুর কি আকার তাহা অনুমান করিয়াছেন। তাঁহারা দেখিয়াছেন যে, সর্বপ্রকার কঠিন ও তরল এবং অনেকানেক বায়বীয় পদার্থের বিশেষ বিশেষ আকারে স্বক্স স্বক্স দান্না জন্মে। চিনি লবণ অথবা অন্য কোন দ্রব্য লইয়া পরীক্ষা কর। প্রথমে ঐ দ্রব্যের অতি স্বক্স চূর্ণ প্রস্তুত করিয়া উহাকে জলের সহিত মিশ্রিত করিয়া দেও। পরে সেই জলে স্থান দিয়া ক্রমে ক্রমে শুষ্ক করিতে থাক। যদি লবণ লইয়া পরীক্ষা কর তবে দেখিতে পাইবে যে, জল শুষ্ক হইয়া গেলে ঐ লবণের প্রতি অণুখন-চতুষ্কোণ হইবে। অতি স্বক্স সূচীর মুখে ঐ লবণের যে ভাগ উঠে, তাহাও অণুবীক্ষণ দ্বারা দেখিলে অনেকগুলি ঘন-চতুষ্কোণ বোধ হইয়া থাকে। এইরূপ সর্ব দ্রব্যেরই নির্দিষ্ট রূপ দান্না হয়। ইহা এমন স্থির নিশ্চিত হইয়াছে যে, পণ্ডিতেরা কোন দ্রব্যের নাম শুনিলেই তাহার দান্নার কি আকার হইবে বলিতে পারেন। সেই দান্নার যে আকার, ঐ দ্রব্যের পরমাণুরও সেই আকার অবধারিত হয়। *

একজনকার অনেকেরই এইরূপ মত বটে, কিন্তু কোন কোন পদার্থ-বিৎ পণ্ডিত কহেন যে সকল দ্রব্যের পরমাণুরই আকার এক প্রকার, অর্থাৎ পরমাণু মাত্রেই গোল।

* পরমাণু শব্দটির ব্যবহার অস্বদেশীয় নৈয়ামিকদিগের মধ্যে প্রচলিত আছে। এই হেতু তাহারা পরমাণুর আকার সম্বন্ধে বাহা বলেন তাহা এই স্থলে প্রকটিত করিতে হইল।

নৈয়ামিকেরা কহেন ত্র্যসরেণুক জড়ের অবয়ব আছে এবং তাহার চকুগোচর হয়। কিন্তু তাহাদিগের মতে দুইটী পরমাণুতে একটি দ্যণুক এবং তিনটী দ্যণুকে একটি ত্র্যসরেণু হয়। তবে প্রতি ত্র্যসরেণুতে চতুটী দ্যণু পরমাণু থাকে। যদি ত্র্যসরেণুক দৃষ্টিগোচর হয় তবে অতি সামান্য চন্দ্রমা দ্বারা দেখিলে পরমাণুরও দৃষ্টিগোচর হইতে পারে। কিন্তু দ্রব্য সমস্ত বেরূপ ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র অংশে বিভক্ত হইতে পারে বলা গিয়াছে তাহা স্বরণ করিলেই যোগ হইবে যে, একটি ত্র্যসরেণুকের কথা মনে থাকুক লক্ষ লক্ষ ত্র্যসরেণুক সমষ্টিও

তৃতীয় অধ্যায় ।

[পরমাণুর সংহতি কি প্রকারে হয়—? প্রাচীনদিগের মত—নব্যদিগের মত—

পরমাণুর আকর্ষণ—তাঁহা নাম ভেদ—বিশ্লেষণ—

এই বিষয়ে মতভেদ ।]

পরমাণু সমস্ত অত্যন্ত ক্ষুদ্র এবং সেই সকল অতি ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র পদার্থের যোগেই স্থূল জড় সমুদায় আছে, প্রাচীন পণ্ডিতেরাও এইরূপ স্বীকার করিয়া গিয়াছেন । কিন্তু ঐ পরমাণু সকল কি হেতু পরস্পর সংযুক্ত হয় এবং তাঁহাদিগের সংযোগের নিয়মই বা কি, তাঁহারা তাঁহাদের বিশেষ সিদ্ধান্ত করিবার চেষ্টা করেন নাই ।

বস্তুতঃ তাঁহারা যেরূপে কল্পনা মাত্রকে অবলম্বন করিয়া পদার্থ ভেদানুসন্ধান করিতেন তাহাতে পরমাণু সংযোগের কারণ নির্দিষ্ট করা অন্যায়সেই হইত । তাঁহারা দেখিতেন কোম দ্রব্যের শুষ্ক চূর্ণ কিঞ্চিৎ জল দিয়া ত্রক্ষণ করিলে অনেকস্থলেই ঐ চূর্ণ পিণ্ডীকর হয় । এই মাত্র দেখিয়াই তাঁহাদিগের সিদ্ধান্ত হইয়াছিল যে জলই পরমাণু সংযোগের কারণ—আর তাঁহারা বলিতেন যে, জল সকল দ্রব্যেই আছে, সুতরাং উহা কর্তৃক পরমাণু সকল সংযুক্ত হইয়া স্থূল স্থূল জড় পদার্থ জন্মিয়াছে ।

কিন্তু এক্ষণে আর ঐরূপ কথা যুক্তি-সিদ্ধ বোধ হইতে পারে না । পণ্ডিতেরা পরমাণু-সংহতির কারণান্তর অবগারিত করিয়াছেন ।

দৃষ্টি গ্রাহ্য হয় না । যে সকল কীটাদি মল লক্ষ মিলিত হইয়া একটি অতি ক্ষুদ্র বালুক-বেরূপ প্রমাণ হয় তাহাদিগের এক একটিও আনন্বেণুক অপেক্ষা ক্ষুদ্র তথাপি তাহারা এক একটি অসংখ্য পরমাণুর সমষ্টি । অতএব নৈয়ামিকদিগের পরমাণু বাস্তবিক পরমাণুর সহিত তুলনা করিলে পক্ষতাকার বোধ হয় অথচ তাঁহারা উহার অবয়ব নাই বলেন ।

উঁহারা ঐ কারণকে পারমাণবিক আকর্ষণ করেন। উঁহাদিগের মতে পরমাণু সমস্তের এমন একটা প্রকৃতি-সিদ্ধ গুণ আছে যে, তাহারা অন্যান্যকে অন্যান্যের অভিমুখে আকর্ষণ করে। দ্বিতীয়াধ্যায়ের শেষ ভাগে লবণচূর্ণ করিয়া পরীক্ষা করিবার যেরূপ প্রথা বর্ণিত হইয়াছে এবং উক্ত প্রকার করিলে যেরূপ লবণের দানা জন্মে বলা গিয়াছে, তাহা অভিনিবেশপূর্বক বুঝিলেই নিশ্চয় হইবে যে, লবণের কণুগুলি অবশ্য পরস্পর আকর্ষণ করিয়া মিলিত হয়, নচেৎ তাহারা চূর্ণাবস্থা হইতে কদাপি স্বয়ং সম্বন্ধ হইতে পাবিত না। উঁহাদিগের যে পরস্পর আকর্ষণ আছে, তাহা আরও স্পষ্ট করিয়া দেখাইতে পারা যায়। সৈন্ধব লবণ এবং সোরা দুই একত্র চূর্ণ করিলে উভয়ে সম্পূর্ণরূপে মিশ্রিত হইয়া যাইবে। তাহার পর যদি দুইকেই জলে ভুলিয়া জ্বাল দিয়া ক্রমে ক্রমে সমুদায় জল শুষ্ক করিয়া ফেলা যায়, তবে দেখিতে পাইবে যে, লবণের দানা স্বতন্ত্র এবং সোরার দানা স্বতন্ত্র হইয়াছে—লবণ এবং সোরায় যে প্রকার মিশ্রণ হইয়াছিল, আর সেরূপ নাই। যদিও সোরার দানার ভিতরে লবণের দানা জন্মিতে পারে, কিন্তু উভয়ে মিলিয়া কখন একটা দানা জন্মে না।

এক্ষণে বিবেচনা করিতে হইবে যে, উঁহারা কি হেতু ভিন্ন ভিন্ন হইল, যদি কালের সংযোগেই মিশে এমন হয়, তবে সোরা এবং লবণ দুই একত্র থাকিল না কেন? অতএব পরমাণুদিগের পরস্পর আকর্ষণ আছে ইহা স্বীকার করিতে হইল। এইক্ষণে এমন বলা হইতে পারে যে, যদিও সর্বপ্রকার লবণ ও মৃত্তিকা এবং বাতু ও তরল পদার্থদিগের কোন রূপে কোন রূপে দানা জন্মাইতে পারা যায় বটে, কিন্তু বায়বীয় পদার্থ নাত্রেই উহা হওয়া অসম্ভব। বস্তুতঃ এইরূপ বিবেচনা করিয়াই কোন কোন প্রাচীন পদার্থবিৎ পণ্ডিত সিদ্ধান্ত করিয়াছিলেন যে বায়বীয় পরমাণুদিগের উক্ত প্রকার আকর্ষণ শক্তি নাই এবং তাহাদিগের পরমাণু সমস্তের বিপ্রকর্ষণ শক্তি আছে।

তঁাহারা কহেন, “চোঙ্গার ভিতরে বায়ু থাকিলে ঐ চোঙ্গার মুখে একটা অর্গল ঠিক করিয়া বসাইয়া যদি বলপূর্বক প্রবিষ্ট করিয়া দেওয়া যায়, তবে চোঙ্গার ভিতরে বায়ু সঙ্কুচিত হয়, কিন্তু চাপ ছাড়িয়া দিলেই পুনর্বীর পূর্ববৎ বিস্তৃত হইয়া উঠে। অতএব বায়ুর পরমাণু সকলে পরস্পর আকর্ষণ শক্তি নাই।” কিন্তু অন্যান্য পণ্ডিতেরা কহেন যে, “কোন বিশেষ কৌশল অবলম্বনপূর্বক কোন কোন বায়বীয় পদার্থের উপর চাপ দিয়া উহাদিগেরও দানা প্রস্তুত করা গিয়াছে। আর সকল প্রকার বায়ুতেই আকর্ষণ শক্তির কোন কোন লক্ষণ দেখিতে পাওয়া যাউতেছে, এই হেতু যদিও সকল প্রকার বায়বীয় পদার্থের তদ্যাপি দানা জন্মাইতে পারা যায় নাই বাটে, তথাপি উহাদিগেরও যে কঠিন দানা হইতে পারে, এমত বিশ্বাস করা যায়। ইহাঁরা বলেন যে সকল প্রকার পরমাণুই এই ধরণ আছে। এতদী গুণ থাকাতে তাহারা পরস্পরকে টানে, অপর গুণ দ্বারা তাহারা পরস্পরকে দূরবর্তী করে। আমরা নানা উপায় দ্বারা এই দুই শক্তির কণন একটীকে কখন অপরটীকে স্বেচ্ছাক্রমে ত্রুণ বা সম্বন্ধিত করিতে পারি। কোন কাবণ বশতঃ বায়বীয় পদার্থে বিপ্রকর্ষণ শক্তি অধিক হইয়া আছে। সেই অধিকা নিবারণের উপায়াবধারণ হইলেই উহাদিগের সকলকেই অন্যায়সে ঘন করিতে পারা যাইবে। পৃথক পৃথক বায়বীয় জ্বরের পরমাণুতে কেবল বিপ্রকর্ষণ শক্তি কল্পনা করেন, তঁাহারাও অন্য সর্ব স্থলে পরমাণবাকর্ষণ স্বীকার করিয়া থাকেন।

এই পরমাণবাকর্ষণ নানা স্থলে নানাক্রমে প্রতীয়মান হয়। স্বতরাং ভিন্ন ভিন্ন কাহ্যানুসারে ইহাব ভিন্ন ভিন্ন সংজ্ঞাও হইয়াছে। ক্রমশঃ সেই সকল সংজ্ঞার উল্লেখ করা যাইতেছে।

* চোঙ্গার বায়ু যাহাকে হংরাঙ্কিতে কাবনিক আদিও বসে, তাহাব এইরূপ হয়।

১।—যে স্থলে অনেকগুলি পরমাণু পরস্পর আকৃষ্ট হইয়া কুল জড় পদার্থের উৎপাদন করে, সেই স্থলে ঐ আকর্ষণকে যোগাকর্ষণ বল বায়। এই যোগাকর্ষণের প্রাচুর্য্য বশতঃ কোন কোন দ্রব্য অত্যন্ত কঠিন হয়; বিশিষ্ট বল প্রয়োগ ব্যতিরেকে তাহাদিগের আকর্ষণ বিনাশ করিয়া খণ্ড খণ্ড করা যায় না। লৌহ প্রভৃতি যে এত কঠিন তাহার কারণ কৈবল উহাদিগের পরমাণু সমষ্টি যোগাকর্ষণের আধিক্য মাত্র।

২।—যে স্থলে তিন তিন প্রকার পরমাণু পরস্পর আকৃষ্ট হইয়া একত মিলিত হইয়া যায় যে, তাহার কদাপি বিভিন্ন ছিল ইহা কোন ইঞ্জিয় দ্বারা প্রত্যক্ষ করা যায় না, এবং শুদ্ধজ্ঞা উহাদিগের গুণান্তর উৎপন্ন হইয়া উঠে; সেই সকল স্থলে পরমাণবাকর্ষণের নাম রাসায়নিক আকর্ষণ হয়। পারা এবং গন্ধকে মিলিত হইয়া যে একটি অতন্ত্র পদার্থ হিজল জন্মে, এই রাসায়নিক আকর্ষণই তাহার কারণ।

৩।—পরমাণু সকলের প্রত্যেকের বৈরূপ আকর্ষণ আছে উহাদের সমষ্টি হইলে তাহাদেরও সেইরূপ পরস্পর আকর্ষণ হইয়া থাকে। এইরূপ আকর্ষণের নাম মাধ্যাকর্ষণ। চন্দ্র ও সূর্যের মাধ্যাকর্ষণ প্রভাবে সমুদ্রে এবং তথা হইতে নদীতে জলোচ্ছ্বাস হইতেছে—পৃথিবীর প্রদল মাধ্যাকর্ষণ বশতঃ ইহার সমীপস্থ সকল জড় পদার্থ ইহাতে বদ্ধ আছে এবং সেই হেতু সকল দ্রব্যকেই ভারী বোধ হইতেছে।

এই সকল আকর্ষণের প্রকৃতি ক্রমশঃ সন্নিহিত কথিত হইবে।

চতুর্থ অধ্যায় ।

[পাঞ্চভৌতিক মত কি ?—পাঞ্চভৌতিক মতের খণ্ডন হওয়াতে চিকিৎসা,

এবং কৃষি বিল্যার বিরুদ্ধ উপকার দর্শিতব্য ।]

অতি প্রাচীনকালাবধি মধ্যদেশীয় পণ্ডিতবর্গের অনুভব ছিল যে, পৃথিবীতে যে নানাবিধ জড়পদার্থ দেখিতে পাওয়া যায়, তাহারা সকলে পরস্পর ভিন্ন নয় । তাহারা দেখিতেন, আগ্নিশরীর এবং উদ্ভিজ্জীবী মৃত্তিকাসাৎ হইলে ক্রমে ক্রমে পচিয় মৃত্তিকা হইয়া যায় । সেই সময়ে উহা হইতে জলবৎ রস নির্গত হয়, বৃদ্ধবৃদ্ধ সহকারে বায়ু উঠে, এবং প্রায় সকলই কিছু কিছু উৎক হয় । এইরূপ দেখিয়াই তাহারা নিশ্চয় করিয়াছিলেন যে, জগতের তাবৎ বস্তুই মৃত্তিকা, জল, বায়ু এবং বহ্নি এই চারিটির যোগে তন্ময়—আর আকাশ সকলের মধ্যে আছে । তাহারা ঐ পাঁচটীকে ভূত বলিয়া নির্দেশ করিতেন, স্তবরাং তদবতীত সমুদায় বস্তুকেই পাঞ্চভৌতিকপদার্থ বলিয়া সিদ্ধান্ত করিতেন ।

একণে এই পাঞ্চভৌতিক মতকে পণ্ডিতেরা আর যুক্তিসিদ্ধ বোধ করেন না । তাহারা নানারূপ পরীক্ষা দ্বারা সিদ্ধান্ত করিয়াছেন যে, ভূতের সংখ্যা পঞ্চ নহে, উহার সংখ্যা সমুদায়ে ষড়্-বহ্নি ।

তাঁহারা যে ত্রব্যে যে যে প্রকার পরমাণু আছে বলেন, ঐ ত্রব্য হইতে সেই সেই প্রকার পরমাণু বাহির করিতে পারেন । আর তাঁহারা বিভিন্ন প্রকার ত্রব্য হইতেও বিশেষ পরমাণু কতকগুলি সংকলন করিয়া অপরাপর অনেক ত্রব্য প্রস্তুত করিয়া দিতে পারেন । তাহার কতিপয় উদাহরণ দেওয়া যাইতেছে । নব্য রসায়নবেত্তাদিগের মতে জল

ভৌতিক পদার্থ ২৫—উহা মিশ্র পদার্থ। অর্থাৎ উহা দুইটির মিশ্রনে জন্মে। তাঁহারা জনকে দুই ভাগ করিয়া ঐ দুই ভাগের যে ভিন্ন ভিন্ন গুণ আছে, ইহা স্পষ্টরূপে দেখাইতে পারেন। আবার তাঁহারা বলেন যে, কল যে দুইটি পদার্থের যোগে জন্মিয়াছে, তাহার একটি লৌহের মনে * এবং অপরটি মৃদঙ্গারে † আছে। তাঁহারা ঐ দুই দ্রব্য হইতে উক্ত দুইটি পদার্থ সংগ্রহ করিয়া জল প্রস্তুত করিয়া দিতে পারেন।

যেমন জল মিশ্র-পদার্থ, বায়ুও সেইরূপ। ইহাও দুই প্রকার পদার্থের মিশ্রনে উৎপন্ন হইয়াছে। রসায়ন-শাস্ত্র-ব্যবসায়ীরা বায়ুকে বিভাগ করিয়া ঐ দুই প্রকার পদার্থের পরস্পর বিভিন্ন গুণ প্রমাণ করিয়া দিতে পারেন। আবার বায়ুর মৌলিক উক্ত দুই দ্রব্য বাহাতে বাহাতে আছে, তাহা হইতে (যথা সোরা ‡ এবং জল § হইতে) সেই দুই দ্রব্য লইয়া বায়ু প্রস্তুত করিতে পারেন। রসায়ন-শাস্ত্র-ব্যবসায়ীরা যম কঠিন পদার্থ মাত্রকেই, মুক্তিকার বোধ করেন না। তাঁহারা বলেন যে, উহাদিগের মধ্যে যাহা হইতে যাহা উৎপন্ন হইতে পারে তাহারাই এক, অপর সকলে ভিন্ন ভিন্ন পদার্থ। স্বর্ণ হইতে রৌপ্য হয় না, রৌপ্য হইতে স্বর্ণ হয় না, আর উহাদিগের কাছা হইতেও প্রস্তুত জন্মে না, অতএব উহারা সকলেই এক একটি স্বতন্ত্র পদার্থ বলিয়া গণ্য হয়।

এইরূপ প্রত্যক্ষ প্রমাণ দ্বারা এতদ্ব্যক্কে নিশ্চিত হইয়াছে যে, পরমাণু সমস্ত পরস্পর মিলিত বা নিযুক্ত হইয়া অন্যোন্মের বিকার জন্মাইতেছে—বিনা কারণে তাহাদিগের কাছারও বিকৃতি হইতেছে

* অম্লকর বায়ু।

† জলকর বায়ু, ইহার ইংরাজী নাম হাইড্রোজেন।

‡ যবকার জনক বায়ু, ইংরাজী নাম নাইট্রোজেন।

§ অম্লকর বায়ু।

না—অগ্নি তাহাদিগেরই সংযোগ বিরোগ বৃহৎ জগতে অন্য কোন বাহ্য-ক্রিয়াও নাই ।

সুতরাং যদি সংযোগ বিরোগ ব্যক্তিরকে অপর কোন ক্রিয়া না থাকে, তবে পরমাণুর উৎপত্তিও নাই এবং ধ্বংসও নাই । লোকে বোল করে যে, কোন জ্বালকে দহ্য করিয়া ফেলিলে, সেই জ্বালা জ্বালা থাকে না । কিন্তু বাস্তবিক তাহা নয় । পরীক্ষা কবির্যাদেখা গিয়াছে যে, কোন জ্বালকে দহ্য করিলে তাহার পরমাণু সমস্তের সংযোগ শিথিল হইয়া যায় মাত্র, তাহার একটীও বিন্দু প্রাপ্ত হয় না । কোন উপযুক্ত পাত্রে কাঁচীর্ণ রাখিয়া পাত্রের মুখ উত্তমরূপে বন্ধ করত যদি জ্বাল দেওয়া যায়, তবে ঐ কাঁচী দহ্য হইয়া তাহার পরমাণু সকল শিথিল হওয়াতে কতক ভাগ কঠিন ভস্ম, কতক ভাগ অলবং তরল, আর কিয়দংশ বায়বীয় আকার ধারণ করিয়া থাকে । পাত্রের মুখ খুলিয়া দিলে বায়বীয় অংশ বাহির হইয়া যায়, এই জন্য তাহার পর ঐ পাত্র পূর্বাপেক্ষা লম্বু হইয়া পড়ে ।

বস্তুতঃ পরমাণুর উৎপত্তিও নাই বিনাশও নাই । যে জ্বালা মাটিতে পড়িয়া পচিতেছে তাহার পরমাণু সমস্ত কতক বায়ুতে আর কতক পৃথিবীতে থাকে । আবার সেই সকল পরমাণুই সংযুক্ত হইয়া অন্য জ্বালো মিশ্রিত হয় । যে স্থলে শব্দদাহ হয় সেই স্থানেব ঘৃতিকাতে ঐ শব্দশরীরের কতক পরমাণু থাকে—ঐ স্থানে যে উদ্ভিজ্জ জ্বালে তাহার মূল দ্বারা ঐ সকল পরমাণু কতক উঠিয়া আইসে, এবং তদ্বারা উদ্ভিজ্জ শরীর পুষ্ট হয় ; সেই উদ্ভিজ্জ ভক্ষণ দ্বারা যে পশু স্বীয় দেহ রক্ষা করে, তাহার শরীরেও ঐ পরমাণু প্রবিষ্ট হয় । আবার সে মরিলে ঐ সকল পরমাণু অন্য নানা প্রকারে অপর প্রাণিশরীরে আসিয়া থাকে । জগতে অনুক্ষণ এইরূপই হইতেছে । পৃথিবীর জল শুষ্কবায়ু সংযোগে বাষ্প হইয়া বায়ুতে উঠিতেছে । কিন্তু ঐ বাষ্পই আবার ঘনীভূত হইয়া পৃথিবীতে বৃষ্টি বা শিশিরের আকারে

পাউতেছে, তাহার কণামাত্র জলেরও বিনাশ হইতেছে না—কেবল উহার স্থানান্তরতা এবং অন্যের সংযোগে স্থানান্তরতা মাত্র ঘটিতেছে । আমরা যে নিশ্বাস ত্যাগ করিতেছি তাহার সহিত আমাদেরিগের রক্ত হইতে একটি পদার্থ * নির্গত হইয়া বাইতেছে । উদ্ভিদেরা সমস্ত দিবস সেই পদার্থ গ্রহণ করিয়া পুষ্ট হইতেছে, অতএব যখন আমরা তাহাদিগকে ভক্ষণ করিয়া আমাদেরিগের শোণিত সম্বর্দ্ধন করেতেছি, তখন যে পরমাণুগুলি আমাদেরিগের শরীর হইতে নির্গত হইয়াছিল, তাহাদিগকেই পুনর্বার করিয়া পাউতেছি ।

আমরা বাহ্য ভক্ষণ করি তাহাই আমাদেরিগের মজ্জা, শোণিত, মাংস, মেদ, অস্থি প্রভৃতি সমুদায় দ্বাত্ত হয় । উদ্ভিজ্জগৎ যে ভূমিতে জন্মে তাহার রস, এবং বায়ু হইতে উহারা যে যে প্রকার পদার্থ গ্রহণ করিতে পারে তাহা এই সকলে মিলিয়া উহাদিগের মূল, কাণ্ড, শাখা, পত্র, ফল, পুষ্পাদিরূপে পরিণত হয় । প্রাণী বা উদ্ভিদ শরীরে যে আশ্চর্য্য কৌশল সংস্থাপিত হইয়াছে তদ্বারাই এই অপূৰ্ণ পরিবর্ত দকল সংঘটিত হইতেছে । কিন্তু ইহা বলিয়া যে, উক্ত শরীরদিগের মধ্যে কোন নূতন প্রকার পদার্থের উৎপত্তি হইতেছে এমন নহে । যন্ত্র-পাক বিশেষ দ্বারা ভিন্ন ভিন্ন দ্রব্যের পরমাণুর ভিন্ন ভিন্ন প্রকারে সংযোজন ও বিয়োজন হয়, নূতন কিছুই উৎপন্ন হইতে পারে না । প্রাণী এবং উদ্ভিদ শরীর একটি অন্তত যন্ত্র স্বাত্ত । নূতন কিছু প্রস্তুত করণে ইহারও সামর্থ্য নাই । যাহা তাহার করা যায় তাহারও এক অণুমাত্র মষ্ট হয় না । মল, মূত্র, ঘৰ্ঘ এবং প্রাণাদি দ্বারা আমাদেরিগের তক্ষিত দ্রব্য সকল পুনর্বার পৃথিবীতে এবং বায়ুতে প্রত্যাবর্তন করে, আর শরীরের সহিত বায়ু থাকিয়া বায়ু তাহাও মৃদু হইলে আর ক্ষতন্ত্র থাকে না ; পৃথিবীতেই করিয়া যায় । অতএব প্রাণী বা উদ্ভিদ কর্তৃক তক্ষিত হইলেই যে কিছু নষ্ট হয়, এমন নহে ।

চিকিৎসা, কৃষি প্রভৃতি অনেক শাস্ত্র; এই রাসায়নিক আবিষ্কারের উপর নির্ভর করিয়া, ইদানীং সমূহ উন্নতি প্রাপ্ত হইয়াছে। বিজ্ঞ চিকিৎসকেরা বায়ুপিত্ত কফাদির বিকাব গ্রহণসম্পন্ন তরুণী মধ্যমা এবং অনান্যিকার উপাসনা না করিয়া পীড়িত ব্যক্তির শরীরে বাস্তবিক কোন্ পাতুর অভাব, তাঁহা নানা লক্ষণ দ্বারা নিরূপিত করিতে পারেন, এবং যে ঔষধ বা পথ্য সেবন দ্বারা সেই অভাব নিবারিত হইতে পারে তদুপায়ক উপদেশ দেন।

এইরূপ কৃষিকার্যেও কোন্ উদ্ভিজে কি প্রকার পদার্থ অধিক থাকে তাহা পরীক্ষা দ্বারা নিরূপিত করিয়া কোন্ মৃত্তিকাতে সেই পরমাণুর ভাগ অধিক ইহা নিশ্চিত করিতে হয়, সুতরাং সেই স্থানে তাদৃশ উদ্ভিজ্জ রোপণ করিলে, উহা অত্যন্ত মতেজঃ হইয়া থাকে। আর যে সকল উদ্ভিজে একই প্রকার পরমাণুর ভাগ অধিক থাকে, সেই সকল উদ্ভিদ পুনঃ পুনঃ এক স্থানে রোপণ করিলে অধিক ফল হয় না, ইহা বিবেচনা করিয়া কৃষকগণ কোন্ প্রকার উদ্ভিজ্জ রোপণ করা বিবেচনা করিয়া ক্রমশঃ পথ্য কোন্ প্রকার উদ্ভিজ্জ রোপণ করা বিবেচনা করিয়া ক্রমশঃ নিরূপিত হইয়াছে—কোন্ মাতে কেমন মার দেওয়া আবশ্যক তাহাও এই উপায় দ্বারা স্থিরীকৃত হইয়াছে।

দেখ, পাঞ্চভৌতিক মতাবলম্বীরা ভ্রম-নিমগ্ন হইয়া, নিকট পাতু সমস্ত হইতে স্বর্ণ জন্মাইবার অভিপ্রায়ে বিস্তর নিরর্থক কাল হরণ করিয়া গিয়াছেন—এমন কি, এই দেশে অদ্যাপি অনেকে তাহা করিতেছেন। কিন্তু বিজ্ঞ মত সংস্থাপিত হইয়া অবধি ইউরোপীয় লোক সকল বঞ্চিত যত সহকারে অদেখীষ উষর মৃত্তিকাকেও কেমন উর্বরা এবং বহু-প্রসবা করিয়াছেন। অতএব ত্রমাস্ক মত যেমন বিবিধ অনর্থের মূল, বিজ্ঞ মতও সেইরূপ নানা সুখের নিদান।



পঞ্চম অধ্যায় ।

[ভৌতিক পদার্থ কত প্রকার ?—সামান্য মিশ্র-পদার্থ কিরূপে জন্মে ?—

নির্দিষ্ট ভাগ পরিমাণ কি ?—যৌগিক-মিশ্র পদার্থ কি ?—

বৈজ্ঞানিক আকর্ষণের প্রকৃতি কেমন ?]

রসায়ন শাস্ত্র বেতারা যড়-যুক্তি প্রকার পরমাণুব নাম নির্দেশ করিয়াছেন। ফলতঃ তাঁহাদিগের কর্তৃক এপর্যন্ত জগতের সমুদায় বস্তু নিয়মিত পরীক্ষিত হয় নাই, অতএব কখনই এমন বলা যাইতে পারে না যে, জগতে এতদ্ভিন্ন অন্য প্রকার পরমাণু আর নাই। অপিচ, তাঁহারা যে সকল উপায় দ্বারা জ্বা সমস্তের পরীক্ষা সাধন করিতেছেন, কালে তদপেক্ষাও অনেক উৎকৃষ্টতর উপায় সৃষ্টি হইতে পারে। সুতরাং মেই সকল উপায় দ্বারা ঐ যড়-যুক্তি প্রকার পরমাণু এক্ষণে যেমন পরস্পর স্বতন্ত্র স্বতন্ত্র বোধ হইতেছে, তাহা না হইবারও সম্ভাবনা আছে। অর্থাৎ যড়-যুক্তি প্রকারের অধিকও হইতে পারে, এবং অল্পও হইতে পারে *। কিন্তু এক্ষণে তাহাদিগের ঐ মাত্র পরিমাণই সর্ববাদি সম্মত হইয়া আছে।

ঐ যড়-যুক্তি প্রকার পরমাণুর যোগেই সকল জড় পদার্থ উৎপন্ন হইয়াছে। কিন্তু কতকগুলি জড় উহাদিগের মধ্যে সম-প্রকৃতিক পরমাণুর সংযোগে জন্মে। আর কতকগুলি দুই বা তিন বা তদধিক বিভিন্ন প্রকৃতিক স্বতন্ত্র স্বতন্ত্র প্রকার পরমাণুর যোগে উৎপন্ন হয়। বাহ্যিক এক-প্রকৃতিক পরমাণুর যোগে জন্মে তাহাদিগকে ভৌতিক পদার্থ বলা যায়, এবং বাহ্যিক বিষম-প্রকৃতিক পরমাণুদিগের সংযোগ

* সম্ভ্রুতি একটি নূতন ভৌতিক পদার্থ আবিষ্কৃত হওয়াতে এক্ষণে ভৌতিক পদার্থের সংখ্যা যড়-যুক্তি নির্দিষ্ট হইল। পূর্ব সংস্করণে পঞ্চ-যুক্তি বলিয়া নির্দিষ্ট ছিল।

দ্বারা জন্মে তাহাদিগকে মিশ্র-পদার্থ কহে। যদি পরমাণু সর্ব সমেত বড়-বস্তু প্রকার হয়, তবে ভৌতিক পদার্থও বড়-বস্তু প্রকার হইবে। কিন্তু মিশ্র-পদার্থের সংখ্যার পরিসীমা নাই। যেহেতু ঐ বড়-বস্তু প্রকার পরমাণুর মধ্যে ভিন্ন ভিন্ন প্রকার যত গুণ একত্রিত হইবে, ততই বিভিন্ন রূপ মিশ্র পদার্থের উৎপত্তি হইবে—অর্থাৎ ঐ সকলের পরস্পর পরিমাণের তারতম্যও ভিন্ন ভিন্ন পদার্থের উৎপাদক হইবে। এই সমুদায় ব্যাপার এতদূরে বিস্তাররূপে বিনিবারণ যোগ্য নহে, ক্রমশঃ কিঞ্চিৎ কিঞ্চিৎ বলা যাইতেছে।

পারদ একটী ভৌতিক পদার্থ। অতএব উহার সকল পরমাণুই এক-প্রকৃতির, কেবল পরস্পর নিকটবর্তী হওয়াতে যোজ্যাকর্ষণ গুণে বদ্ধ হইয়া আছে। যদি ঐ পারদ-পরমাণু সকলের সহিত অন্য কোন প্রকার পরমাণুর যোগ না হয়, তবে আমরা ইহাতে কোন রাসায়নিক কার্য অনুভব করিতে পারি না, এবং ঐ পারদেরও কদাপি কোন বিকার ঘটে না।

সেইরূপ গন্ধকও একটী ভৌতিক পদার্থ। গন্ধকের মধ্যে গন্ধক-পরমাণু বড় আদর কোন প্রকার পরমাণু নাই। স্রুতবাৎ অন্য দ্রব্যের সংযোগ ব্যতিরেকে এই গন্ধকেরও কোন বিকৃতি ঘটিতে পারে না। কিন্তু যদি পারদ এবং গন্ধককে একত্রিত করিয়া যথোচিত রূপে মর্দন করা যায়, তবে ঐ পারা ও গন্ধক স্ব স্ব প্রকৃতি পরিত্যাগ পূর্বক মিলিয়া কজ্জলী হইবে। সেই কজ্জলীতে ঐ পারদ এবং গন্ধক পরমাণু এমন সন্নিবেশিত হইয়া যাইবে যে, অতি উত্তম অনুবীক্ষণ দিয়া দেখিলেও পারদ এবং গন্ধককে স্বতন্ত্ররূপে দেখা যাইবে না। আবার যদি ঐ কজ্জলীতে তাপ দেওয়া যায়, তবে তাহার পারদ এবং গন্ধক রাসায়নিক আকর্ষণ প্রভাবে উভয়ে মিলিয়া হিজল হইবে। সেই হিজলেও পারা এবং গন্ধক স্বতন্ত্র দেখা যাইবে না।

কিন্তু, যেমন পারদ এবং গন্ধক সংযোগে হিজল উৎপন্ন হয়,

তেমনি প্রক্রিয়া বিশেষ দ্বারা ঐ হিঙ্গুলকে বিযুক্ত করিয়া তাহা হইতে গন্ধক এবং পারা বাহির করিতে পারা যায়। তাহার রীতি এই প্রকার। পারার পরমাণুর সহিত গন্ধকের পরমাণুর যেমন আকর্ষণ, যদি গন্ধকের বা পারার সহিত অন্য কোন দ্রব্যের তদ-
পেক্ষা অধিক আকর্ষণ থাকে, তবে সেই দ্রব্য যোগ করিলে তাহার সহিত পারা বা গন্ধক আসিয়া মিলিত হয়, সুতরাং অপরটী বিযুক্ত হইয়া পড়ে। লৌহের সহিত গন্ধকের যেমন সম্বন্ধ পারার সহিত তেমন নয়, এই জন্য হিঙ্গুল হইতে পারা বাহির করিতে হইলে হিঙ্গুল এবং লৌহ চূর্ণকে একত্রিত করিয়া অগ্নির উত্তাপ দিলেই পারা স্বতন্ত্র হয় এবং গন্ধক লৌহের সহিত মিলিত হইয়া আর একটি মিশ্র-পদার্থ উৎপন্ন করিয়া থাকে—তাহার নাম দ্ব্যম গন্ধক-লৌহ। *

দুই প্রকার দুইটী পরমাণুর পরস্পর রাসায়নিক আকর্ষণ দ্বারা যেদ্রুপে একটি ভিন্ন পদার্থের উৎপত্তি হয় তাহা লিখিত হইল। এক্ষণে ঐ প্রকার পরমাণুর এক প্রকারের একটি এবং অপর প্রকা-
রের দুইটী বা তিনটীর যোগেও যেদ্রুপে ভিন্ন পদার্থের উৎপত্তি হইয়া থাকে তাহা জ্ঞাত হওয়া আবশ্যিক—এবং তাহা হইলেই কেবল বড়-বস্তু প্রকার পরমাণুর পরস্পর যোগে কি প্রকারে এতাদৃশ বিচিত্র জগৎ সৃষ্ট হইয়াছে তাহাও বোধ হইতে পারিবে। অন্নকর-
বায়ু বলিয়া এক প্রকার ভৌতিক পদার্থ আছে, তাহার এক ভাগের সহিত যদি গন্ধকেরও এক ভাগ মিলিত হয়, তবে একাম-গন্ধক-দ্রাবক বলিয়া এক পদার্থ উৎপন্ন হয়, যদি গন্ধক এক ভাগ এবং অন্নকর বায়ু দুই ভাগ মিলিত হয়, তবে দ্ব্যম-গন্ধক-দ্রাবক প্রস্তুত হয়, ইহার ণ্ড পূৰ্ণোক্ত একাম-গন্ধক-দ্রাবক হইতে সম্পূর্ণ স্বতন্ত্র। অপরকু তিন-
ভাগ অন্নকর বায়ু এবং একভাগ গন্ধক একত্রিত হইলে ত্র্যম-গন্ধক-

* অন্নকর বায়ুর দুই ভাগ বায়ু হইতেই আইসে।

জীবক, অথবা মহা-গন্ধক-জীবক জন্মে। ইহাও পূর্বোক্ত দুই প্রকার জীবক ছইতে সর্বতোভাবে ভিন্ন ধর্মাক্রান্ত। ইহাই স্পষ্টার্থ নিম্ন ভাগে সংক্ষেপে লিখিত হইল।

একান্ন-গন্ধক	দ্বান্ন-গন্ধক .	ত্র্যান্ন-গন্ধক বা
জীবক।	জীবক।	মহা-গন্ধক-জীবক।
(গ)	(গ)	(গ)
(অ)	(অ) (অ)	(অ) (অ) (অ)

কিন্তু এই প্রকার মিশ্রণ যথোচ্ছাক্রমে ছইতে পারে না। ইহারও নির্দিষ্ট নিয়ম আছে। পারা এবং গন্ধকে হিজুল হয় বটে, কিন্তু যত ইচ্ছা হয়, তত পারা এবং যত ইচ্ছা হয় তত গন্ধক দিলেই কিছু দ্রয়ের পরিমাণ যত, তত হিজুল ছইবে না। ১০০ তোলা পারা এবং ১৬ তোলা গন্ধক একত্রিত করিয়া জ্বাল দিলেই ১১৬ তোলা হিজুল ছইবে। যদি ১০১ তোলা পারা এবং ১৬ তোলা গন্ধক দেওয়া যায়, তবে ঐ এক তোলা পারা অবশিষ্ট রহিয়া যাইবে, হিজুলের সহিত মিশ্রিত ছইবে না। সেইরূপ যদি ১৭ তোলা গন্ধক দেওয়া যায়, তবে ১ তোলা গন্ধক অবশিষ্ট থাকিবে।

যেমন দুইটি ভৌতিক পদার্থের নির্দিষ্ট পরিমাণানুসারে সংযোগ ছইলে এক একটি স্বতন্ত্র স্বতন্ত্র মিশ্রপদার্থ জন্মে, সেইরূপ কোন নির্দিষ্ট পরিমাণানুসারে তিনটি ভৌতিক পদার্থের সংযোগ দ্বারাও ভিন্ন ভিন্ন মিশ্র-পদার্থ উৎপন্ন হয়। যথা চিনিতে ৬ ভাগ অঙ্গার * ৫ ভাগ অম্লকর বায়ু এবং ৫ ভাগ জলকরবায়ু একত্রিত আছে। জলকর-বায়ু, অঙ্গার এবং অম্লকর-বায়ু ইহারা প্রত্যেকে পূর্বোক্ত ষষ্ঠ-বস্তু প্রকার ভৌতিক পদার্থের মধ্যে গণ্য। অতএব চিনি একটি মিশ্র-পদার্থ।

* অঙ্গারের ইংরাজী নাম কার্বন

এই প্রকার চারি পাঁচ বা তদধিক ভৌতিক পদার্থের বিশেষ বিশেষ পরিমাণানুসারে সংযোগ হওয়াতে নানা প্রকার মিশ্র-পদার্থ উৎপন্ন হয়। পরন্তু যেমন ভৌতিক পদার্থের পরস্পর সংযোগ হয়, তেমনি মিশ্র-পদার্থেরও সংযোগ হইয়া থাকে, এবং তৎকর্তৃক অনেক যৌগিক-মিশ্র-পদার্থ জন্মে। এবম্বিধাকারে দ্বিমিশ্র, ত্রিমিশ্র, চতুর্মিশ্র প্রভৃতি পদার্থের উৎপত্তি হয়।

কোথাও কোথাও এমত হয় যে দুইটি বা তিনটি মিশ্র-পদার্থ একত্রিত করিলে তাহাদিগের মধ্যে কাহার ভৌতিক পদার্থের সহিত অপর কাহার ভৌতিক পদার্থের রাসায়নিক আকর্ষণ অধিক থাকাতে এবং কাহার সহিত সেইরূপ আকর্ষণ অধিক না থাকাতে কোন একটি মাত্র মিশ্র-পদার্থ না জন্মিয়া দুইটি বা তিনটি ভিন্ন ভিন্ন মিশ্র-পদার্থ জন্মে। মহা-দ্রাবক * বা দ্রায়-গন্ধক-দ্রাবক প্রস্তুত করণে দ্রায় গন্ধক দ্রাবক † এবং পঞ্চায়-যবক্ষার দ্রাবক ‡ এই দুই মিশ্র পদার্থ সংযুক্ত করিতে হয়। দ্রায়-গন্ধক দ্রাবকে এক ভাগ গন্ধক এবং দুই ভাগ অম্লকর-বায়ু আছে, পঞ্চায়-যবক্ষার দ্রাবকে একভাগ যবক্ষার-জনক-বায়ু এবং পাঁচ ভাগ অম্লকরবায়ু আছে। কিন্তু ঐ দুই পদার্থ একত্রিত হইলে দ্রায়-গন্ধক-স্থিত গন্ধক, পঞ্চায়-যবক্ষারস্থিত পাঁচ ভাগ অম্লকর-বায়ুর এক ভাগকে আকর্ষণ করিয়া লয়, গন্ধক পঞ্চ ভাগ সমুদার অম্লকর-বায়ুর সহিত মিশ্রিত হইতে পারে না। ঐ ভাগ লইলেই দ্রায়-গন্ধক-দ্রাবকটী দ্রায়-গন্ধক বা মহা-দ্রাবক হইয়া উঠে, কিন্তু পঞ্চায়-যবক্ষার-দ্রাবকের এক ভাগ অম্লকর-বায়ু নিঃসৃত হইয়া যাওয়াতে সে আপনার পূর্বধর্ম এবং পূর্ব নাম পরিত্যাগ

* ইংরাজী সলফুরিক অসিড।

† ইংরাজী সলফাস অসিড।

‡ ইংরাজী নাইট্রিক অসিড।

করিয়া চতুরঙ্গ-বন্ধকার আবক * হইয়া থাকে । স্পষ্টার্থ নিম্নভাগে
সঙ্কেতে লিখিত হইল ।

অ অ	অ অ অ অ	অ অ অ	অ অ অ অ
০ ০ +	০ ০ ০ ০ ০ =	০ ০ ০ +	০ ০ ০ ০
০ গ	০ য	০ গ	০ য

পূর্বে যাহা যাহা কথিত হইল তদ্বারা রাসায়নিক আকর্ষণের এই
প্রকৃতি বোধ হইয়া থাকিবে যে, ইহার প্রভাবে পরমাণু সকল পর-
স্পর মিলিত হইয়া ভিন্ন ধর্ম প্রাপ্ত হয় আর এই আকর্ষণ বিভিন্ন প্রকৃ-
তিক পরমাণুদিগের মধ্যেই দৃষ্ট হয় ; কিন্তু কোন প্রকার পরমাণু
কাহাকে অধিকতর আকর্ষণ করে কাহাকে তদপেক্ষা অল্পবলে
আকর্ষণ করে । অপিচ, ইহাও বোধ হইয়া থাকিবে যে, ঐ সকল
পরমাণুর মিশ্রণে নির্দিষ্ট ভাগ-পরিমাণ আছে, সুতরাং সেই পরি-
মাণের আধিকা বা অস্পৃতা হইলে এই আকর্ষণের কার্য হয় না ।
অসম্পৃক্ত এক্ষেত্রে ইহাও জ্ঞাত হওয়া আবশ্যক যে, রাসায়নিক আক-
র্ষণ হইলেই তাপ নির্গত বা অন্তর্হিত হইয়া থাকে ।

ষষ্ঠ অধ্যায় ।

১ নম্ব চর্চা ১-এ যোগাকর্ষণে বিশেষ কি ?—রাসায়নিক আকর্ষণে এবং যোগাকর্ষণে

বিশেষ কি ?—পরমাণুর অসম্মিলন দ্বারা যোগাকর্ষণের হ্রাস কিরূপে হয় ?—

তাপ সংযোগে যোগাকর্ষণে কিরূপের হ্রাস হয় ?]

কোন পাत्रে জল রাখিয়া দেখ, যদি তাহাতে জল ঢালিবার
সময় বুদ্ধবুদ্ধ অথিয়া থাকে, তবে তাদৃশ দুইটি বুদ্ধবুদ্ধ কেমন অল্পে
অল্পে পরস্পর নিকটবর্তী হয়; নিকটবর্তী হইয়া ক্রমশঃ কিঞ্চিৎ কাল

রূহটীর গাত্র স্পর্শ করিয়া থাকে, অংশ জন পরেই ঐ জুড়টীর যে দিক্ রূহটীর গাত্রস্পর্শ করিয়াছে, সেই দিক্ ক্রমশঃ বিস্তৃত হয়, এবং বিস্তৃত হইয়া পরে দুইটীতে মিলিয়া এক হইয়া যায়।

এই কার্যো মাধ্যাকর্ষণ এবং যোগাকর্ষণ উভয় শক্তিরই প্রকৃতি অনুভূত হইতেছে। যে গুণ দ্বারা ঐ দুই বৃন্দবৃন্দ পরস্পর অন্তর থাকিয়াও ক্রমে ক্রমে নিকটবর্তী হইতে লাগিল তাহাকে উহাদিগের মাধ্যাকর্ষণ বলা যায়, এবং যদ্বারা তাহারা একবার সংলগ্ন হইয়া উভয়ে মিলিয়া গেল, তাহাকে যোগাকর্ষণ কহে।

বস্তু সমস্ত পরস্পর অতি সন্নিহিত হইলেই যোগাকর্ষণ শক্তি আপনায় প্রভাব প্রকাশ করিতে পারে। দূরস্থিত অব্যবহের মধ্যে ইহার কার্য-কারিতা দৃষ্ট হয় না। বিবম প্রাকৃতিক বিশেষ বিশেষ পরমাণু সকলের যে আকর্ষণ তাহাকে যেমন রাসায়নিক আকর্ষণ কহে, তেমনি সম বা বিবম প্রাকৃতিক পরমাণু মাজের যে পরস্পর আকর্ষণ তাহাকেই যোগাকর্ষণ কহা যায়। রাসায়নিক আকর্ষণ না থাকিলে গন্ধকে এবং পারদে মিলিয়া কখন হিজুল হইতে পারিত না, কিন্তু যোগাকর্ষণ না থাকিলে গন্ধক পরমাণু সকল বা পারদ পরমাণু সকল কখন একত্রিত থাকিত না। অতএব রাসায়নিক আকর্ষণ এবং যোগাকর্ষণে প্রভেদ এই যে, যোগাকর্ষণ দ্বারা অনেক গুলি পরমাণু একত্রিত হইয়া থাকে, রাসায়নিক আকর্ষণ দ্বারা উহারা এমনত মিলিয়া যায়, যে তাহাদিগের পূর্ব প্রকৃতি থাকে না।

কিন্তু যেমন, সকল জড় পদার্থই অসংখ্য পরমাণুর সমষ্টি তেমনি সেই পরমাণু সমস্তের সমষ্টিকরণ বন্ধনের নামই - যোগাকর্ষণ। সুতরাং যদি সেই বন্ধন না থাকে তবে পরমাণুগণ কি জন্য পরস্পর সংযুক্ত থাকিবে? যে পরিমাণে তাহাদিগের বন্ধন শিথিল হইবে তাৎপরিমাণেই তাহাদিগের পরমাণু সকল অবসৃত অবসৃত হইয়া যাইবে। যদি পার্থিব পরমাণু সমস্ত কোন কারণে একত্র অপেক্ষা শিথিল-

বন্ধন হয়, তবে এই প্রকাণ্ড জড়পিণ্ড পৃথিবী ক্রমে ক্রমে ক্ষীণ হইয়া আরও অধিক স্থান ব্যাপক এবং সুতরাং জলবৎ তরল হইয়া পড়ে। যদি ইহার পরমাণু সমস্তের যোগাকর্ষণ শক্তি আরও দুগুণ হয়, তবে সেই প্রকাণ্ড তরল-রাশি তদপেক্ষাও আসন্নিকৃষ্ট পরমাণু হইয়া অতি প্রকাণ্ড বাষ্প রাশির ন্যায় অসুভূত হইবে। এইরূপ ক্রমে ক্রমে যোগাকর্ষণ শক্তি সর্বতোভাবে বিনষ্ট হইলে, সেইরূপ বাষ্পরাশিও আর থাকিবে না। পরমাণু সমস্ত নির্দিগন্তরে প্রস্থান করত অনন্ত আকাশে ব্যাপ্ত হইতে থাকিবে।

কিন্তু পৃথিবীস্থ সমুদায় পরমাণুর ঐ প্রকারে যোগাকর্ষণ গুণ পরি-
ত্যাগ হওয়া যদিও কেবল অসুভবসিদ্ধ মাত্র হয়, এবং কোন রূপেই
প্রত্যক্ষ হইবার নহে, তথাপি অত্রস্থ কোন জ্বরের খণ্ড লইয়া প্রক্রিয়া
দ্বারা তাৎক্ষণিক ব্যাপার এক প্রকার পরীক্ষা করিয়া বুঝিতে পারা যায়।
দেখ, এই ইচ্ছক খণ্ড কেমন দৃঢ় এবং কঠিন রহিয়াছে। কিন্তু ইহা
বহুসংখ্যক পরমাণুর সমষ্টি, সুতরাং ইহার কাঠিন্যের কারণ সেই
পরমাণুদিগের পরস্পর যোগাকর্ষণ মাত্র বলিতে হইবে। যদি ঐ
সকল পরমাণুর যোগাকর্ষণ হ্রাস করিবার ইচ্ছা হয়, তবে তাহারা
পরস্পর যত নিকটবর্তী আছে, তাহা না থাকিতে দিলেই কার্য্য সিদ্ধি
হইতে পারে। যেহেতু যোগাকর্ষণের ধর্ম্মই এই যে, উহা পরস্পর
অতি সন্নিহিত পরমাণু সমস্তের মধ্যেই আপন প্রভাব প্রকাশ করিতে
পারে। ইচ্ছকের যোগাকর্ষণ হ্রাস করিলে ইচ্ছকচূর্ণ প্রস্তুত হইল।
তাহার অতি সূক্ষ্মতম রেণু ও বায়ুত্বিক পরমাণু নহে, তাহারও এক
একটা বহু পরমাণু সমষ্টি। উহাদিগের পরস্পর যোগাকর্ষণ
বিনাশ করা যায় নাই—এবং তাহা যায় নাই বলিয়াই ঐ ইচ্ছক-
চূর্ণ জলবৎ তরল হয় নাই। কিন্তু যে পর্য্যন্ত হইয়াছে তাহাতেই
উহার প্রকৃতি অনেক অংশে তরল পদার্থের প্রকৃতিতে সন্নিহিত দেখা
যাইতেছে। দেখ, ইচ্ছক খানি হাত হইতে ফেলিলে যেখানে একে-

বারে পড়িত, ইহা আর সেইরূপে পড়ে না, প্রত্যুত জলের মত নিঃসৃত হইয়া ক্রমে ক্রমে পতিত হয়। ইচ্ছক খানি কোন পাত্রে উপর রাখিলে তাহার কোন স্থান ঐ পাত্রের তলভাগ স্পর্শ করিয়া থাকিত, আর কোন স্থান স্পর্শ করিত না, এবং তাহার উপরিভাগও সেইরূপ বন্ধুর থাকিত। ইচ্ছক চূর্ণের আর সেইরূপ হয় না। বরং যেমন জল, ঘাসে চালিতে চালিতে একেবারে সেই ঘাসের সর্ব স্থান বাপক হয়, ঐ চূর্ণও প্রায় সেইরূপ হইয়া থাকে। অপিচ ইচ্ছকের মধ্যে অঙ্গুলি প্রবিষ্ট করিতে পারা যায় না, জলে পারা যায়, আর ঐ চূর্ণও পারা যায়। পুনশ্চ, জলে অঙ্গুলি প্রবেশ করিয়া দিলে যেমন জল উচ্ছ্বসিত হইয়া পড়ে, ঐ চূর্ণও অবিকল সেই প্রকার হয়। আর জল অঙ্গুলিতে লাগে অর্থাৎ অঙ্গুলিকে আর্দ্র করে, ঐ চূর্ণও সেইরূপ অঙ্গুলিতে লাগে। যদি ইচ্ছকের প্রত্যেক পরমাণুকে পৃথক পৃথক করিয়া বিভাগ করা যাইতে পারিত, তবে জলের যেমন বিদ্যু হয় এই চূর্ণও সেইরূপ হইত।

কিন্তু কর্তন, পেষণ, চাপন প্রভৃতি যে সকল ক্রিয়ার দ্বারা বস্তু যোগাকর্ষণ বিনাশ করা যায়, সে সকল অপেক্ষায় তাপ সংযোগ অধিক কার্যকারী। তাপ এবং যোগাকর্ষণ ইহাদিগের পরস্পর বৈর সহক। কোন জড় পদার্থে অধিক তাপ দিলেই তাহার পরমাণু সমস্তের পরস্পর যোগাকর্ষণ শিথিল হইয়া যায়। দেখ, সূর্য কেমন কর্তিন, কিন্তু উত্তাপেও যথোচিত পরিমাণে তাপ সংযোগ করিলে উহা জলবৎ তরল হইয়া যায়। যদি তদপেক্ষা আরও অধিক তাপ দেওয়া যায়, তবে ঐ তরল সূর্য বাস্পরূপ ধারণ করিতে পারে।

অতএব স্রব্য পাত্রের যে কাঠিন্য বা তরল্য অথবা বায়বীয় ভাব তাহা কেবল যোগাকর্ষণেরই তারতম্যের ফল। দৃঢ় করিয়া বন্ধন করিলে শেঘন ভ্রণের গুচ্ছ কর্তিন হয়, শিথিল বন্ধন করিলে যেমন সেই গুচ্ছ তাদৃশ পত্ন হয় না—তৃণ গুলি অস্প অস্প সরিতে পাবে, সেই

প্রকার দ্রব দ্রব্যের পরমাণু সমস্ত শিথিল ভাবে বদ্ধ এবং কঠিন পদার্থের পরমাণু সকল তদপেক্ষা দৃঢ়তর রূপে সংযুক্ত। অতএব যেমন যোগাকর্ষণ হ্রাস করিয়া কঠিন সামগ্রী সমুদায়কে তরল করা যায়, তেমনি যদি যোগাকর্ষণ বন্ধ করিবার কোন উপায় থাকে, তবে বায়বীয় পদার্থকে তরল এবং তরল দ্রব্যকে কঠিন করা যাউতে পারে। কালে তাহাই হয়। কতকগুলি বালুকা বেগুকে লইয়া যদি সূর্যের আলো দৃঢ়তররূপে চাপ দেওয়া যায়, তবে ঐ সমস্ত বেগু পরস্পর নিকটবর্তী হওয়াতে বর্জিত-যোগাকর্ষণ ইষ্টক পিণ্ডাকার গঠন করে। কিন্তু তাদৃশ পিণ্ড কমপি ক্ষুদ্র হয় না। তাহার কারণ, সামান্য চাপ দ্বারা আমরা তদন্ত বালুকারেও সমস্তকে যথেষ্ট সরিক্কৃত করিতে পারি না। যদি কোন বস্তু দ্বারা অধিক বলে চাপ দেওয়া যায়, তাহা হইলে বাকদের শুঁড়ার যে প্রকাব কঠিন পিণ্ডকে প্রস্তুত হয়, অথবা নীলের বড়ি যে প্রকার দৃঢ় হয়, ঐ বালুকারও সেইরূপ হইতে পারে।

কিন্তু যেমন তাপ দ্বারা পরমাণু সমস্তের পরস্পর যোগাৎকর্ষণ হ্রাস হয়, সেইরূপ কোন দ্রব্য হইতে তাপ বিনির্গত করিতে পারিলেই যোগাৎকর্ষণ-শক্তি বর্জিত হইতে পারে। দেখ, জল অতি তরল পদার্থ, যদি ইহার অন্তর্গত তাপ-ভাগ অনেক বিনির্গত হইয়া যায়, তবে ইহা কঠিন হইয়া বরফ হয়। বাষ্প বায়বীয় পদার্থ, কিন্তু উহা ঘন হইলেই জল হয়।

যদি বল, ত্রযা সকল পরম্পর সম্বন্ধযুক্ত হইলেই যদি তাহাদিগের যোগাৎকরণ অধিক হয়, তবে যে দুইটী ত্রযা ইউক উপর্যুপরি সংস্থিত হইলেই উভয়ে সংযুক্ত হয় না কেন ?। ইহার উত্তর এই যে, সকল বস্তুই বন্ধুর। কেহই সর্ব্বতোভাবে সমতল নহে। অণুবীক্ষণ দ্বারা দেখিলেই প্রমাণ হয় যে, যে সকল ত্রযা অভ্যন্ত মন্থন বলিয়া প্রসিদ্ধ আছে, তাহারাও রক্ততঃ অভ্যন্ত বন্ধুর। এই হেতু দুইটী ত্রযা উপরে উপরে রাখিলেও তাহাদিগের অতি অল্প ভাগ মাত্র পরম্পর সম্বন্ধযুক্ত

হইয়া থাকে । কিন্তু যেখানে দুই স্রবোর অধিকাংশ বাস্তবিকই সন্নি-
কৃত হয়, তথায় যোগাকর্ষণের কার্য-কারিতা অবশ্য প্রতীয়মান
হইবে । একপানি পীড়া জলের উপর ভাসমান করিয়া দিয়া একে-
বারে তাহার দুই ধার ধরিয়া তুলিতে গেলে কেমন বল প্রকাশ
করিতে হয় ? জল যেন ঐ কাষ্ঠপীঠের সকল স্থান আঠা দিয়া বান্ধিয়া
রাখিয়াছে, এমন অনুভব হইতে থাকে । দুইটী পরসার মধ্যে কিঞ্চিৎ
জল বা তৈল দিয়া তাছাদিগের বন্ধুরত্ব মোচন করত যদি উপরে
উপরে বসাইয়া দেওয়া যায়, তবে তাহারাই যোগাকর্ষণ গুণে এমন
সম্বন্ধ হয় যে একটী পরসার ধরিয়া একেবারে দুইটীকেই উত্তোলন করা
যাইতে পারে । এরূপ হইবার অন্যতম কারণ বায়ুর চাপ—কিন্তু এখানে
সে রূপার বিশেষ উল্লেখ অনাবশ্যক ।

পরিশেষে বক্তব্য এই যে, কোন স্রবোর পরমাণু যোগাকর্ষণ গুণে
দৃঢ়রূপে সম্বন্ধ না হইলেই উহা আপনাই চাইতে গোলাকার ধারণ কবে ।
বৃষ্টির জল কোটা কোটা হইয়া পড়ে ; অশ্রু জল গলিত হইয়া বিন্দু-
রূপে নির্গত হয়, রাত্রি নীহার প্রাতে মুক্তার ন্যায় গোলাকার দেখায় ;
মিঠাইয়ের বুঁদি সমস্ত এবং স্রব সীসকের ছিটা গুলি সকল এই অন্য
গোল হয়—আর পৃথিবাদি গ্রহগণ এই কারণেই গোলাকার
ধারণ করিয়া আছে ।

সপ্তম অধ্যায় ।

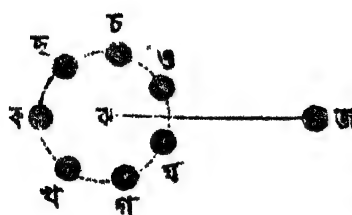
[যোগাকর্ষণ বি ১—এই আকর্ষণের নাম যোগাকর্ষণ হইয়াছে কেন ?—উত্তঃ কি

হেতু দুইও কাণ্ডকারী, তবু ১—কত দূরে ইহার কেমন বল থাকে ?]

পূর্বের কথিত হইয়াছে যে, যে গুণ দ্বারা পরস্পর বিভিন্ন প্রকার
পরমাণুগুলি মিলিত হইয়া একটী অতন্ত্র পদার্থের উৎপত্তি করে,
তাহার নাম রাসায়নিক আকর্ষণ—আর যে গুণ থাকতে একাধিক

পরমাণু একত্রিত হইয়া থাকে পরস্পর নিষ্কিন্ন হইয়া না পড়ে তাহার নাম যোগাকর্ষণ ; কিন্তু রুহৎ রুহৎ পরমাণু-সমষ্টিদিগের পরস্পর যে আকর্ষণ তাহাকে মাধ্যাকর্ষণ নামে উক্ত করা হইয়াছে ।

শেষোক্ত আকর্ষণকে মাধ্যাকর্ষণ বলিবার তাৎপর্য্য এই যে, অনেকগুলি পরমাণু একত্রিত হইয়া যে আকর্ষণ করে তাহা ঐ পরমাণু সমষ্টির মধ্যস্থল হইতে কার্য্যকারী হইতেছে এমত অনুভব হয় । ইহার বিশেষ বিবরণ স্থানান্তরে প্রকাশিত হইবে । এইক্ষণে এই মাত্র বল্লেখ্য যে, দুই তিন বা তদধিক ভিন্ন ভিন্ন আকর্ষণ একেবারে উপস্থিত হইলে তাহাদিগের কার্য্য ভিন্ন ভিন্ন দিকে না হইয়া এক দিকেই হয় । যেমন এক ব্যক্তিকে দুই বা তিন জনে একেবারে ধরিয়া ভিন্ন ভিন্ন দিকে টানিলে সেই ব্যক্তির গতি, উহাদিগের মধ্যে কোন একজনের দিকে পৃথকরূপে না হইয়া সকলেরই মধ্যস্থলে হয়, পরমাণুদিগের আকর্ষণেও ঠিক তদ্রূপ ঘটে । ইহা স্পষ্টরূপে বুঝিবার জন্য নিম্ন-ভাগে প্রতি-কৃতি প্রদত্ত হইল ।



এই স্থলে 'ক' 'খ' 'গ' 'ঘ' 'ঙ' 'চ' 'ছ' এই সাতটি পরমাণু 'জ' নামক অপর একটি পরমাণুকে আকর্ষণ করিতেছে । 'ক'-এর আকর্ষণে 'জ'

'ক' এর দিকে যাইতে চাহে, কিন্তু 'খ' এর আকর্ষণে উহাকে 'খ'-এর দিকে আসিতে হয় ; এইরূপ 'গ'-এর আকর্ষণে 'গ'-এর দিকে এবং 'ছ'-এর আকর্ষণে 'ছ'-এর দিকে যাইতে হয় । সুতরাং সকলগুলির আকর্ষণ মিলিয়া 'জ'-কে 'ঝ'-এর অভিমুখে নীত করে । 'ঝ' স্থানে কোন পরমাণু না থাকিলেও 'জ'-এর গতি ঐ স্থানের অভিমুখেই হয় । সুতরাং এমত বলা যাইতে পারে যে 'ক' 'খ' প্রভৃতি সকল

পরমাণুর আকর্ষণ যেন তাহাদিগের সকলের মধ্যবর্তী 'খ' স্থান হইতেই কার্যকারী হইতেছে। এইরূপ হয় বলিয়াই এই আকর্ষণের নাম মাধ্যাকর্ষণ।

বোণাকর্ষণ, যেমন পরমাণু সকল পরস্পর অতি সন্নিকট হইলেই আশ্রমের প্রভাব প্রকাশ করিতে পারে, মাধ্যাকর্ষণের প্রকৃতি সেরূপ নহে। মাধ্যাকর্ষণ শক্তি দূরেও কার্যকারী হয়। না হইবেই কেন? আকর্ষণ শক্তি সকল পরমাণুবই প্রাকৃতিক ধর্ম। সকল পরমাণুই সকল পরমাণুব সহিত আকর্ষণরূপ সূত্র দ্বারা সম্বন্ধ আছে। সুতরাং যেখানে তাহারা অনেকে একত্রিত হয়, অবশ্য চতুর্দিকস্থ সকল পরমাণুই সেই অভিসুখে আকৃষ্ট হইবে। একটি পরমাণুর আকর্ষণ কখনই অধিক দূর হইতে কার্যকারী হইতে পারে না,—কিন্তু উহারা অনেকে একত্রিত হইলে অবশ্যই দূর হইতেও উহাদিগের কার্য অনুভূত হইতে পারে। এইরূপ বিবেচনা করিলে বোণাকর্ষণ এবং মাধ্যাকর্ষণ বস্তুতঃ বিভিন্ন বলিয়া বোধ হয় না। একটি পরমাণুব আকর্ষণ অল্প, দুইটির তদপেক্ষা অধিক, তিনটির আরও অধিক এইরূপে যে বস্তু যত অধিক পরমাণুর সমষ্টি তাহার আকর্ষণও তত অধিক, সুতরাং তত অধিক দূর হইতে কার্যকারী হইয়া থাকে।

* কিন্তু ইহাও সহজে প্রতীয়মান হইতেছে যে, ঐ আকর্ষণ যত দূর হইতে হইবে ততই উহার বল ক্রমশঃ হ্রাসমান হইয়া যাইবে। তদ্বিষয়ে পাণ্ডিত্যের পরীক্ষা দ্বারা নিশ্চয় করিয়াছেন যে, মাধ্যাকর্ষণের হ্রাস দূরত্বের বর্গানুসারে হইয়া থাকে। অর্থাৎ এক হাত দূরে কোন জ্বা অপর জ্বাকে যত আকর্ষণ করে দুই হাত অন্তরে উহার আকর্ষণ তাহার অর্ধেক না হইয়া চুইয়ের বর্গ যে চারি সেই চারি ভাগের এক ভাগ হইবে—৩ হাত অন্তরে তিনের বর্গ যে নয় সেই নয় ভাগের এক ভাগ হইবে—৪ হাত অন্তরে, বোল ভাগের এক ভাগ হইবে, ইত্যাদি।

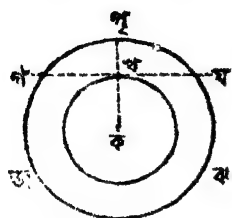
পূর্বে কথিত হইয়াছে যে, যে দ্রব্য অধিক পরমাণুর সমষ্টি তাহার মাধ্যাকর্ষণ-শক্তিও তত অধিক। সুতরাং পৃথিবী ইহার সমীপবর্তী সর্ব বস্তু অপেক্ষা অনেক বৃহৎ বলিয়া তাদৃশ অন্য কোন পদার্থের মাধ্যাকর্ষণ আকর্ষণের স্পষ্ট প্রত্যক্ষ গোচর হয় না। পৃথিবীর সকল বস্তু তাহার প্রবলতর মাধ্যাকর্ষণের বশবর্তী হইয়া স্ব স্ব স্থানে অবস্থিত আছে ইহাই বিলক্ষণ প্রতীয়মান হয়। কিন্তু তাহা বলিয়া লোষ্ট্র খণ্ড, বৃহৎ অট্টালিকা, গাও শৈল বা পর্বত-শ্রেণী ইহারা যে মাধ্যাকর্ষণ-শক্তি-বিরহিত এমন নহে। তবে যে উহারা আপন আপন সমীপস্থ বস্তু সমস্তকে টানিয়া লইতে পারে না, পৃথিবীর প্রবলতর মাধ্যাকর্ষণ-শক্তির প্রতিবন্ধকতাই তাহার এক মাত্র কারণ। হুইটি শিশুকে যদি কোন বলবান্ ব্যক্তি দুই হস্তে ধরিয়া রাখে, তাহা হইলে ঐ শিশুহয় পরস্পর নিকটবর্তী হইবার চেষ্টা করিলেও যেমন কৃতকার্য হইতে পারে না, সেইরূপ পৃথিবীস্থ সকল দ্রব্যের পরস্পর মাধ্যাকর্ষণ উক্তরূপ কারণ বশতঃ স্বকার্য সাধনে অক্ষম হইয়া ব্যর্থ-প্রায় হইয়া থাকে। কিন্তু কোন কোন স্থলে অন্যান্য দ্রব্যেরও মাধ্যাকর্ষণ প্রত্যক্ষ করা যাইতেছে। কোন নির্বাত স্থলে যদি এক পাত্র জলে দুই খণ্ড শোলা ভাসাইয়া রাখা যায়, তবে দেখিতে পাওয়া যাইবে যে, ঐ শোলা দুই খানি ক্রমে ক্রমে পরস্পর নিকটবর্তী হইতেছে। পর্বত শিখর হইতে যদি ওলন দড়ি ঝুলাইয়া দেওয়া যায়, তবে সেই দড়ি পর্বত কর্তৃক আকৃষ্ট হইয়া তদভিমুখে কিঞ্চিৎ গমন করে, ঠিক সরল রেখা ক্রমে লম্বমান হইয়া পৃথিবী স্পর্শ করে না। হুইটি জলবিদ্যু কোন অতি মৃদু পাত্রে পরস্পর সন্নিহিত করিয়া রাখিলে তাহারাও অনতিবিলম্বে মিলিত হইয়া যায়। আর দেখ, পৃথিবী বৃহৎ বলিয়া উহাতে অন্য বস্তুর আকর্ষণ কাৰ্য্যকারী হয় না, কিন্তু তবুও বৃহৎ পিণ্ড চন্দ্র সূর্য্যাদির মাধ্যাকর্ষণ প্রভাবে পৃথিবীস্থ সমুদ্রের জল কখন কখন উছাদিগের অভিমুখে গমন করে তাহাতেই

‘জোয়ার’ হয়। অতএব পরমাণু সমষ্টি মাত্রেরই মাধ্যাকর্ষণ শক্তি সপ্রমাণ হইল।

এইক্ষণে পৃথিবীর মাধ্যাকর্ষণ প্রভাবে যে যে কার্য্য হয় তাহার কয়েকটির উল্লেখ করা যাইতেছে। প্রথমতঃ পৃথিবীর আকর্ষণ গুণে সকল দ্রব্যই স্ব স্ব স্থানে অবস্থিত থাকে। নচেৎ সকলেই পরস্পর মাধ্যাকর্ষণের বশীভূত হইয়া একত্রিত হইত। দ্বিতীয়তঃ যেমন দুই খানি শোলা জলে ভাসাইয়া দিলে তাহার পরস্পর সংলগ্ন হয় তেমনি কোন দ্রব্য পৃথিবীর নিকটবর্তী হইলেই সে এবং পৃথিবী উভয়ো পরস্পর সংলগ্ন হয়, কিন্তু পৃথিবী অতি বৃহৎ বলিয়া ইহা যে ঐ ক্ষুদ্র দ্রব্যের অভিমুখে বায় তাহা অনুভব হয় না—পরন্তু সকল সামগ্রীই পৃথিবীতে পড়িতেছে, অর্থাৎ ইহার মধ্যাকর্ষণশক্তি হইতেছে, দেখিতে পাওয়া যায়। অপিচ, যখন পূর্বেকৃত দুই খানি শোলা পরস্পর নিকটবর্তী হইতে থাকে তখন যেমন তাহাদিগের দুইটির একটিকে একগাছি কেশ বা তাদৃশ কোন অল্প প্রতিবন্ধক দ্বারা নিবারণ করিয়া রাখা যায় না, সেইরূপ যখন কোন দ্রব্য পৃথিবীর মধ্যাকর্ষণে যাইতে থাকে, তখন বিশিষ্ট প্রতিবন্ধক বাতিরেকে তাহার বেগ নিবারণিত হয় না। যে পরিমাণ বল দ্বারা উহার গমন নিবারণ হইতে পারে তাহাকেই ঐ দ্রব্যের ‘ভার’ কহে। অতএব পৃথিবীর মাধ্যাকর্ষণ না থাকিলে কোন দ্রব্যেরই ভার থাকিত না। ইহাতেই বোধ হইবে, দ্রব্যের ভার মাধ্যাকর্ষণের ফল; ইহা বস্তুর কোন স্বতঃসিদ্ধ ধর্ম্ম নহে। যদি জগতে একটী বই দ্রব্য না থাকিত তাহা হইলে সেই দ্রব্যের কিছুমাত্র ভার থাকিত না।

অপিচ, যে দ্রব্য পৃথিবীর উপরে এক সের ভারী, কোন উচ্চ পর্বতের অধিতাকার তাহার ভার এক সের অপেক্ষা তুল্য হয়। তাহার কারণ পূর্বেই বলা গিয়াছে, মাধ্যাকর্ষণ দূরত্বের বর্গানুসারে হ্রাস

হইয়া থাকে*। আর যদি সেই দ্রব্য লইয়া ভূগর্ভ মধ্যে প্রবিষ্ট হওয়া যায় তাহা হইলেও উহার ভার অল্প হয়। ইহার কারণ নিম্ন-লিখিত চিত্র দর্শনে বিশেষরূপে বোধ হইবে।



‘পূ’ চিহ্নিত ভূমণ্ডলের উপরি-
ভাগে যে অব্যয় সংস্থিত আছে, তাহা
পৃথিবীর সকল পদার্থগু কৰ্ত্তব্য আকৃষ্ট
হইয়া ঠহার ‘ক’ চিহ্নিত কেন্দ্রাতি-
মুখগামী হইতেছে। কিন্তু বধন ও

দ্রব্যকে ভূগর্ভস্থ 'খ' স্থানে লওয়া যাইবে, তখন 'গ ঘ' রেখার উল্ল-স্থিত তাবৎ পরমাণু উহাকে 'ক' নামক কেন্দ্রের অভিমুখে আকর্ষণ না করিয়া তাহার বিপরীত দিকে আকর্ষণ করিবে। সুতরাং 'খ' স্থানে পৃথিবীর মাধ্যাকর্ষণ অধিক না হইয়া অনেক অণু হয়—অর্থাৎ, চিত্রের মধ্যবর্তী ক্ষুদ্র গোল পিণ্ডটির যে আকর্ষণ হইতে পারে তাহাই হয়, তদধিক হয় না। এষ্টরূপ বিবেচনা করিলে

১. 'বা' বর্ণটি কেবল ক্রমকে উল্লেখ করিয়া গেলে তাহান ভিন্ন কিঞ্চিৎ লক্ষণ হয়, ২. 'বা' বর্ণটি ক্রমপাত্যন্তর্য্যে প্রদীপ্য করিলেই স্পষ্ট বোধ হইবে। 'বা' বর্ণটি 'ব' বর্ণের 'না' অর্থে আইন সংখ্যা এবং 'ম' অর্থে স্বাক্ষর মণ্ডপরিচয়, আর 'ক' বর্ণটি ক্রম হয়।

$\left[\begin{smallmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \end{smallmatrix} \right] \cdot \left[\begin{smallmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \end{smallmatrix} \right] = 1$ ক, অথবা পুথিবীর বাস পরিমাণ ৮০০ মাইল দাঁড়া।

७५०० - २१ - २००० १००० - १० - १०००

1887 2 27

1. Report of the

‘দে’ নামে গমন করিলে কহে ভাব থাকে তখন এই নিয়ম অনুসারে

॥ श्रीगणेशाय नमः ॥

[३] [३]

一、二、三、四、五、六、七、八、九、十、十一、十二、十三、十四、十五、十六、十七、十八、十九、二十、二十一、二十二、二十三、二十四、二十五、二十六、二十七、二十八、二十九、三十、三十一、三十二、三十三、三十四、三十五、三十六、三十七、三十八、三十九、四十、四十一、四十二、四十三、四十四、四十五、四十六、四十七、四十八、四十九、五十、五十一、五十二、五十三、五十四、五十五、五十六、五十七、五十八、五十九、六十、六十一、六十二、六十三、六十四、六十五、六十六、六十七、六十八、六十九、七十、七十一、七十二、七十三、七十四、七十五、七十六、七十七、七十八、七十九、八十、八十一、八十二、八十三、八十四、八十五、八十六、八十七、八十八、八十九、九十、九十一、九十二、九十三、九十四、九十五、九十六、九十七、九十八、九十九、一百。

1870-1871

1997

অবশ্যই বোধ হইবে যে 'ক' স্থানে, পৃথিবীর আকর্ষণ কিছু মাত্র থাকে না; সুতরাং তথায় যে কোন দ্রব্য নীত হইবে তাহার কিছু মাত্র ভার বোধ হইবে না। বাহা বাহা কথিত হইল তদ্বারা অবশ্যই বোধ হইয়া থাকিবে যে মাধ্যাকর্ষণ গুণ কেবল পৃথিবীরই আছে এমন নহে, পরমাণু সমষ্টি যাত্রেরই এই শক্তি আছে। অন্যান্য জড় পিণ্ডের মধ্যেও এই গুণের ঘেরণ প্রকৃতি, পৃথিবীতেও অবিকল সেইরূপ। অতএব এমন অনুমান হইতে পারে যে, পৃথিবী হইতে অতি দূরবর্তী যে সকল গ্রহনক্ষত্রাদি আছে যদি তাহারাও পরমাণু সমষ্টি হয়, তবে তাহাদিগেরও এই প্রকার মাধ্যাকর্ষণ গুণ থাকিতে পারে। বস্তুতঃ তাহাদেরও যে এই গুণ আছে তাহা জ্যোতিঃ-শাস্ত্র গত বহুবিধ বাণ্যার দর্শনে অনেকেরই সুন্দর-রূপে প্রতীত হইয়াছে; এবং তাহা হইয়াছে বলিয়াই নভোমণ্ডল-স্থিত জ্যোতির্গণকে জড় পদার্থ বলিয়া নিশ্চয় হয়।

পৃথিবীর মাধ্যাকর্ষণের বলবর্তী হইয়া দ্রব্য সমস্ত ভূমণ্ডলের মধ্যভাগাভিমুখ-গামী হয়। কিন্তু দেখ কোন দ্রব্য এক বার চলিতে আরম্ভ করিলে যদি গতাভিমুখে তাহার প্রতি উপর্যুপরি ক্রমাগত বল প্রযুক্ত হইতে থাকে, তবে তাহার বেগ ক্রমশঃ বর্ধিত হয়। সুতরাং অতি উচ্চ স্থান হইতে যদি কোন দ্রব্য পড়ে, তাহা প্রথম ক্ষণে যত দূর পড়িবে, দ্বিতীয় ক্ষণে তদপেক্ষা অনেক অধিক দূর পড়িবে। পণ্ডিতেরা পরীক্ষা দ্বারা নিশ্চয় করেন যে, মাধ্যাকর্ষণ প্রভাবে প্রথম সেকেন্ডে প্রায় ১৬ ফুট পতন হয়, দ্বিতীয় সেকেন্ডে ৪৮ ফুট, তৃতীয় সেকেন্ডে ৮০ ফুট, ইত্যাদি। ইহা স্থানান্তরে অধিক স্পষ্ট করা যাইবে। এই স্থলে এমন জিজ্ঞাসা হইতে পারে যে, সকল বস্তুই কি সমান নিয়মে পৃথিবীতে পড়ে?—পাখির পালক এবং পাখরের হুড়ি, এই দুই বস্তু যদি একেবারে উর্দ্ধ হইতে নিক্ষিপ্ত হয়, তাহা হইলে কি উভয়েই এককালে পৃথিবী স্পর্শ করিবে? ইহার উত্তর এই যে যদি বায়ু না

থাকে, তবে কি শুধু কি লবু সকল জ্বাই পৃথিবীর মাধ্যাকর্ষণ প্রভাবে এক সময়ে পতিত হয়, কিন্তু বায়ুর প্রতিবন্ধকতা বশতঃ ঐরূপ ঘটনা দৃষ্টিগোচর হয় না। পরীক্ষা দ্বারা এই কথাটির যথার্থ্য সপ্রমাণ হইয়াছে।

বায়ু-নির্বাণ যন্ত্র দ্বারা কোন দীর্ঘ কাচ পাত্র ছইতে যত পারা যায় বায়ু নির্গত করিয়া তাহার ভিতর এককালে এতটী স্বর্ণ মুদ্রা এবং পাখির পালক ফেলিয়া দিলে, ঐ দুই বস্তুই একেবারে পাত্রের নীচে পড়ে। ইহা আর একটা অনায়াস সাধ্য পরীক্ষা দ্বারাও প্রত্যক্ষ করা-ইতে পারা যায়। একটা টাকা বা পরসালত, তাহার সমান করিয়া এক খণ্ড কাগজ কাট, এবং সেই কাগজ খণ্ডকে ঐ টাকা বা পরসালতের উদ্ধ দিকে বসাইয়া ফেলিয়া দেও; দুই জ্বাই এক সময়ে ভূমি স্পর্শ করিবে। তাহার কারণ এই যে, নিম্নবর্তী পরসাল বা টাকার গমনে বায়ু স্থানান্তরিত হওয়াতে উহা কাগজের পতনের প্রতিবন্ধকতা করিতে পারে না; সুতরাং কাগজটী যেন নির্বাক স্থলেই পতিত হয়।

কলতঃ মাধ্যাকর্ষণের প্রকৃতি বিবেচনা করিলেই যে, ঐরূপ ঘটনাই এমনত বিলক্ষণ বোধ হয়। কারণ মাধ্যাকর্ষণ, জ্বায়ের একটা স্বতন্ত্র গুণ নহে, পরমাণুদিগের যে পরস্পর আকর্ষণ তাহা দূরদেশ হইতে অনুভূত হইলেই উহার নাম মাধ্যাকর্ষণ হয়। সুতরাং পৃথিবীর সকল পরমাণু অপরাপর জ্বায়ের প্রত্যেক পরমাণুকেই সমান আকর্ষণ করিতেছে। অতএব একটা পরমাণু যে বলে আকৃষ্ট হইয়াছে, দুই বা তিনটীও প্রত্যেকে সেইরূপ বলে আকৃষ্ট হইতেছে। অতএব জ্বায়-মাত্রই পরমাণু পুঞ্জ এইটী স্বরণ করিয়া এবং প্রতি পরমাণুর প্রতি পৃথিবীর আকর্ষণ সমান ইহা বিবেচনা করিলেই “শুধু যে পশুস নিরামক নহে” ইহা প্রতীত হইবে। ইহা আরও স্পষ্ট করিয়া দেখান যাইতেছে।

০ ক

০ খ

‘গ ন ও চ’ চারিটী পরমাণুর সমষ্টি ।

গ ন ও চ

০ ০ ০ ০

উহারা সম-দূরস্থিত ‘ক’ এবং ‘খ’

উভয়কেই সমান বলে আকর্ষণ করি-

তেছে । সুতরাং ‘ক’ যতক্ষণে উহা-

দিগের সমীপবর্তী হইবে ‘খ’ ও

ততক্ষণে উহাদিগের নিকটে আসিবে । সুতরাং যদি ‘ক’ এবং ‘খ’
ইহারা পরস্পর যত দূরে আছে, তত দূরে না থাকিয়া পরস্পর নিকটে
থাকে বা ছুইয়ে মিলিয়া একটি স্থূলতর অণু হয়, তাহা হইলেই বা
পতন কাল কি হেতু বিভিন্ন হইবে ? ‘ক’ যতক্ষণে আসিবে ‘খ’ ও তত-
ক্ষণে আসিবে আর ‘ক’ ‘খ’ ও সেই সময়ে আসিবে ।

অষ্টম অধ্যায় ।

পরমাণুর সংযোগ বিয়োগ ব্যতিরেকে জ্বরের গুণাকারেৎপত্তি — উৎপাদন —

তাহার হেতু — জড়ের সঞ্চারী গুণ ।

ভিন্ন ভিন্ন প্রকার পরমাণুর সংযোগ বিয়োগ দ্বারা জ্বরের গুণা-
ন্তরোৎপত্তি হয়, ইহা অনায়াসেই বোধগম্য হইতে পারে । কিন্তু
কোন কোন স্থানে দেখিতে পাওয়া যায় যে, এক প্রকার পরমাণু
একই প্রকার ভাগ-পরিমাণে মিলিত হইয়াও বিভিন্ন গুণ সমূহের
উৎপাদন করে । (১) পরীক্ষা করিয়া দেখা গিয়াছে যে, লেবুর
আরকে এবং টার্পিন তৈলে একই প্রকার পরমাণু একই প্রকার ভাগ-
পরিমাণে মিলিত হইয়া আছে । অতএব ঐ দুই পদার্থের উপাদান
সর্বত্রোভাবে সমান । কিন্তু স্তথাপি ঐ দুইয়ের গুণ পরস্পর
অতিশয় বিভিন্ন । উক্ত আরকের ঘনত্বে, গন্ধে, বর্ণে, টার্পিনের

কিঞ্চিৎ সাদৃশ্য নাই। (২) অতি অল্প ভূপরিমাণে সৈন্ধব লবণের দানা প্রস্তুত করিলে দেখা যায়, যতকণ এই সকল দানা পাঠে থাকে, ততকণ অতি অল্প থাকে, কিন্তু যদি একবার স্পর্শ করা যায় তবে তৎকণাৎ উহা দ্রুতের দ্যায় শুভ্রবর্ণ হইয়া পড়ে। স্পর্শ করিবার পূর্বে এই দানাতে যে যে পরমাণু ছিল পরেও তাহাই থাকে; কোন হৃতন প্রকার পরমাণু আশ্রিত। উহাতে সংযুক্ত হয় এমন নহে; তথাপি কি আশ্চর্য্য! এই প্রকা একেবারে অস্বচ্ছ হইয়া উঠে। (৩) লৌহকে অগ্নিতে উত্তপ্ত করিয়া শীঘ্র শীতল জলে ঝর করিলে এই লৌহে কোন পরমাণু সংযুক্ত বা বিযুক্ত হয় না, তাহার প্রমাণ উহার ভার ঠিক পূর্বের সমান থাকে; কিন্তু পূর্বে লৌহকে যেমন টিপিয়া নোয়াইতে এবং পিটিয়া বিস্তৃত করিতে পারা বাইত, পরে আর সেরূপ পারা যায় না; তখন উহাকে পিটিলে বা টিপিলে ভাঙিয়া যায়। কিন্তু দেখ এই উক্ত লৌহকে যদি শীঘ্র শীতল না করিয়া ক্রমে ক্রমে শীতল হইতে দেওয়া যায় তবে উহার পূর্বের কোনগুণের অন্যথা হয় না—পূর্বেও যেমন পিটিলে বিস্তৃত হইত পরেও সেইরূপ হইতে পারে। (৪) পারা এবং গন্ধককে একত্র করিয়া যদি জ্বাল দিয়া রাখা যায় এবং সেই জ্বাল যদি ক্রমশঃ আপনা হইতে নিবিয়া এই প্রকা শীতল হয়, তাহা হইলে মোহিত বা হিজুল জন্মে। কিন্তু জ্বাল নিব্বাণ করিয়া উহাকে শীঘ্র শীতল করিয়া ফেলিলে হিজুলের বর্ণ লোহিত না হইয়া অত্যন্ত কাল হয়। তাহাকেই কজ্জলী * কহে। সুতরাং এই কজ্জলী এবং হিজুলে কোন এতেন নাই। উহাভিগের উপাদানও এক এবং ভাগ-পরিমাণও ঠিক সমান। তথাপি উহাভিগের বর্ণের সম্পূর্ণরূপে ভেদ হইয়া পড়ে।

এইরূপ সহস্র সহস্র স্থলে হৃতন প্রকার পরমাণুর সংযোগ বিয়ো

* কজ্জলী-কাটা পাকা হুই প্রকার হয়। গন্ধক এবং পারার মড়িয়া যে পদার্থ জন্মে তাহাকে কাটা কজ্জলী বলে, আর উত্তরূপে তাপ দিয়া বাহা হয়, তাহার নাম পাকা কজ্জলী।

অসম্ভব জ্বরের গুণান্তরোৎপত্তির উদাহরণ দৃষ্ট হইয়া থাকে । পণ্ডিতেরা কহেন যে, ঐ সকল স্থলে জ্বরের পরমাণু সমস্ত অন্য সর্ব-প্রকারে পূর্ববৎ থাকিয়াও বিভিন্নরূপে বিনিবেশিত হয় বলিয়াই জ্বরের গুণান্তর জন্মে । তাঁহারা কহেন (১) লেবুর আরকে যে যে প্রকার পরমাণু যত গুলি আছে, টার্পিন তৈলেও সেই সেই পরমাণু তত গুলি আছে বটে, কিন্তু আরকে ঐ সকল পরমাণুর যাহার পর বেটী আছে টার্পিনে ঠিক তাহার পর সেইটী নাই । তাঁহারা ইহাও বলেন, দেখ, যখন কোন জ্বা সূক্ষ্মাবস্থা হইতে স্বীয় আকর্ষণ শক্তি প্রভাবে অজ্ঞাতীয় অন্য বস্তু লইয়া স্থূল হইতে থাকে, তখন উহার অণু সকল বধা তথা বসিয়া যায় না—ফিরিয়া ঘুরিয়া বেগে আপনাদিগের নির-মিত স্থান গ্রহণ করিয়া লইতে থাকে, এবং সেই জন্যই তাহাদিগের বিশেষ বিশেষ আকারের দানা জন্মে, কিন্তু যদি কোন কারণ বশতঃ ঐ সকল অণু আপনাপন যথাযোগ্য স্থান গ্রহণ করিতে না পারে, তবে উহাদিগকে বধা তথা বসিয়া যাইতে হয়, তাহা হইলেও ঐ জ্বা স্থূল হয় বটে, কিন্তু তাহার প্রকৃতাকার দানা জন্মিতে পারে না, সুতরাং তাদৃশাবস্থায় উহাদিগের পূর্ব গুণের অন্যথা হইবে, আশ্চর্য্য কি ?

এইরূপ কণ্পনা নিত্যন্ত অসঙ্গত বোধ হয় না । ইহাকে অবলম্বন করিয়া পূর্বোক্ত সমস্ত ব্যাপারের সহজেই সমীচীনতা করিতে পারা যায় । (২) যখন অচ্ছ সৈন্ধব লবণের দানাকে হস্ত দ্বারা স্পর্শ করা যায় তখন যতই দীর্ঘ স্পর্শ হউক না কেন, উহার পরমাণু সকল পূর্বে যে প্রকারে সন্নিবেশিত ছিল, পরে সেরূপ থাকে না, সেই জন্যই উহার অচ্ছ গুণ গিয়া শুভ্রবর্ণতা জন্মে । বাঁহার রাসায়নিক প্রক্রিয়া বিশেষ দ্বারা জল বম্বাট করিয়া বরফ করিবার চেষ্টা করিয়াছেন, তাঁহারা অবশ্য দেখিয়া থাকিবেন যে, কখন কখন জলকে যথোচিত শীতল করিলেও জল সংযত হয় না । কিন্তু সেই সময়ে যদি ঐ জল কিঞ্চি-হীত নাড়া পায়—এমন কি, যদি উহাতে অণুমান্য বাতাস পড়ে—তবে

উহা তৎকণাৎ সংযত হইয়া যায়। ইহাতে বোধ হইতেছে, যেন জলের পরমাণু সমস্ত সংযত হওনে উদ্ভূত হইয়া থাকে, কিঞ্চিৎখাত নাড়া পাইলেই তাহারা দুইটি তিনটি চারিটি করিয়া সকলে মিলিত হইতে পারে—কিঞ্চিৎ নাড়া না পাইলে স্ব স্ব স্থান হইতে সরিতে পারে না। বোধ হয় পূর্বোক্ত লবণের দানাতেও সেইরূপ ঘটে। লবণের অণুসকল এক প্রকারে নিবেশিত হইয়া আছে—কিন্তু হস্ত দ্বারা স্পর্শ করিবারাত্র তাহারা অন্য প্রকারে সন্নিবেশিত হয়। (৩) সেইরূপ লৌহকে উত্তপ্ত করিলে উহার পরমাণুসকল শিথিল হয়, উহাকে ক্রমে ক্রমে শীতল হইতে দিলে সেই সকল পরমাণু পুনর্বার যে বাহার আপন আপন স্থানে আসিতে পারে, কিন্তু শীঘ্র শীতল করিলে উহারা ঠিক আপনাপন স্থানে আসিতে পারে না—যথা তথার থাকিয়া যায়, সুতরাং পরমাণু সমস্তের বিভিন্ন সন্নিবেশ বশতঃ ঐ লৌহের গুণাস্তর জন্মে। (৪) পারায় এবং গন্ধকে মিলিয়া কখন যে অতি ক্লকবর্ণ কজ্জলী হয়, আর কখন অতি লোহিত বর্ণ হিজল হয়, তাহারও এইরূপ কারণ। জ্বাল শীঘ্র নির্বাণ করিলে উহাদিগের পরমাণুগুলি যে রূপে সন্নিবেশিত হয়, ক্রমে ক্রমে তাপ নির্গম করিয়া দিলে সেইরূপে সন্নিবেশিত হয় না।

কলতঃ যেখানে যেখানে সূতন প্রকার কোন পরমাণুর সংযোগ বিরোধ ব্যতিরেকে এবং তাহাদিগের ভাগ-পরিমাণের তারতম্য অসত্ত্বেও ত্রব্যের গুণাস্তর উৎপত্তি হয়, সেই সেই স্থানে ঐ সকল পরমাণু বিভিন্ন প্রকার সন্নিবেশিত হইয়াছে, এমত কল্পনা করা আবশ্যিক। এইরূপে যে সকল গুণের সঞ্চার হয় বা এইরূপে তাহাদিগের সঞ্চার হইয়াছে এমত বোধ হয়, সেই সকল গুণকে সঞ্চারীগুণ কহে।

সঞ্চারী-গুণ অসংখ্য প্রকার; তন্মধ্যে প্রধান কয়েকটির নাম ক্রমশঃ উল্লিখিত হইতেছে।

১।—ঘনত্ব—যাহার পরমাণু সমস্তের সন্নিবেশ নিবিড় সেই ত্রব্য অধিক ঘন। কোন নির্দিষ্ট পরিমাণ স্থানের মধ্যে কোন কোন ত্রব্যের অধিক পরমাণু থাকিতে পারে, কাছার বা তত অধিক থাকিতে পারে না। একটা বোতলের মধ্যে যত পারা থাকে, সেই বোতলের মধ্যে জল তত থাকিতে পারে না—আর জল যত থাকিতে পারে তৈল তাহা অপেক্ষাও অল্প থাকে। অতএব ইহা অমার্সাসেই সিদ্ধান্ত করা যাইতে পারে যে, ঐ তিন ত্রব্যের মধ্যে পারা সর্বাপেক্ষা অধিক ঘন, তাহার নীচে জল, তাহার নীচে তৈল। এক ঘন ইঞ্চি প্রমাণ স্বর্ণ যত ভারী, সেই প্রমাণ তাম্র তত ভারী নয় এবং লৌহ তাহা অপেক্ষাও অল্প ভারী। অতএব স্বর্ণের পরমাণু সমস্ত যত নিবিড়, তাম্রের তেমন নয় এবং লৌহের তাহা অপেক্ষাও অল্প। সুতরাং ঐ তিন ধাতুর মধ্যে স্বর্ণ সর্বাপেক্ষা অধিক ঘন, তাম্র তাহার দ্বিতীয় এবং লৌহ তৃতীয়।

(ঘনত্বের বিপরীত গুণ বিরলত্ব ।)

২।—কাঠিন্য—যাহার পরমাণু সমস্ত এমনতরূপে সন্নিবেশিত আছে যে, সেই অবস্থায় তাহাদিগের পরস্পরের আকর্ষণ অধিক প্রবল, সুতরাং বিশিষ্ট বলপ্রয়োগ ব্যতিরেকে তাহাদিগকে পরস্পর বিভিন্ন করা যায় না, তেমন ত্রব্যকে কঠিন বলে। জল, বায়ু অপেক্ষা কঠিন—কাঠ, জল অপেক্ষা কঠিন—এবং লৌহ, কাঠ অপেক্ষাও কঠিন। অধিক কঠিন হইলেই যে অধিক ঘন হয় এমনতরূপ নহে। পারদ, রৌপ্য অপেক্ষা ঘন কিন্তু কঠিন নয়—শোলা জল অপেক্ষা কঠিন কিন্তু অধিক ঘন নয়।

(কাঠিন্যের বিপরীত গুণ মৃদুতা ।)

৩।—ভঙ্গ-প্রবণতা—যাহাদিগের পরমাণু সমস্ত এমনতরূপে বিশেষ প্রকারে সন্নিবেশিত হইয়া আছে যে, তদ্বারা ত্রব্যটি অভ্যন্তর কঠিন হইয়াও অল্প আঘাতেই খণ্ড খণ্ড হইয়া যায় সেই সকল ত্রব্যকে ভঙ্গ-প্রবণ কহে। কাচ অতিশয় ভঙ্গ-প্রবণ।

(ভঙ্গ-প্রবণতার বিপরীত গুণ ঘাত-সহজ ।)

৪।—ঘাত-সহজ—যে সকল দ্রব্য এমন যে, অস্পর্শেই আঘাত পাইলেই ভাঙ্গিয়া যায় না। পার্শ্বের দিকে বাড়িয়া বিস্তৃত হয়, তাহাদিগকে ঘাত-সহজ বলা যায়। স্বর্ণ অতিশয় ঘাত সহ। স্বর্ণের অতি ক্ষুদ্রপাত প্রস্তুত হইতে পারে।

(ঘাত-সহজের বিপরীত গুণ ভঙ্গ-প্রবণতা ।)

৫।—তান্তবতা—যে সকল দ্রব্যকে টানিয়া অত্যন্ত ক্ষুদ্র তান্ত প্রস্তুত করা যায় তাহাদিগকে তান্তব কহে। প্লাটিনম, স্বর্ণ, ইম্পাত প্রভৃতি অনেকগুলি ধাতু অতিশয় তান্তব।

(তান্তবতার বিপরীত গুণ ছেদ-প্রবণতা ।)

৬।—ভারসহজ—কোন কোন দ্রব্য পার্শ্বের দিকে ভাঙ্গিয়া যায়, কিন্তু দৈর্ঘ্যের দিকে সহজে ছিন্ন হয় না। তাদৃশ বস্তু সকলকে ভারসহজ বলে। একখানি সজ কাচের দুই দিক্ ধরিয়া তাহার মধ্যভাগে কোন বস্তু চাপাইয়া দিলে, ঐ কাচ সহজেই ভাঙ্গিয়া যাইতে পারে, কিন্তু সেই ভার ঐ কাচের এক দিকে বাড়িয়া খুলিয়া দিলে কাচ ছিন্ন হয় না। অতএব কোন দ্রব্য ভঙ্গ-প্রবণ, কহ বা ছেদ-প্রবণ; যে ছেদ-প্রবণ নয় তাহাকেই ভারসহজ বলা গিয়া থাকে। বস্তুতঃ যে ভঙ্গপ্রবণ নয় তাহাকেও ভারসহজ বলা যাইতে পারে।

জড় পদার্থের যে সকল পরীক্ষা-সিদ্ধ গুণ পূর্বে কথিত হইয়াছে তাহারাও প্রায় সকলেই এই স্থলে উল্লিখিত হইবার যোগ্য। ইহা সহজেই বোধ হয় যে, বিস্তারিতা, সংকোচতা, স্থিতিস্থাপকতা, বিভাজ্যতা এবং সহিত্রতা প্রভৃতি গুণের তারতম্য কেবল পরমাণু সমস্তের বিশেষ বিশেষ প্রকার বিনিবিশেষ বস্তুতঃই জন্মিতে পারে। পরমাণুদিগের বিভিন্ন প্রকার বিনিবিশেষ হওয়াতে বিবিধ দ্রব্যের যে সমস্ত সঞ্চালী গুণ জন্মে তাহার মধ্যে যে গুলি কথিত হইল তৎসমুদায়ই বলপ্রয়োগ দ্বারা পরীক্ষিত হয়। অন্যান্য প্রকারে উহাদিগের

যে আরও নানাবিধ গুণ দেখিতে পাওয়া যায় তাহা এই স্থলে সমুদায় বলা বাহুল্য হয় । কিন্তু সমুদায় বলা না যাউক, তাহার কয়েকটির উল্লেখ করা আবশ্যক বোধ হইতেছে ।

১।—মিশ্রতা—কতক গুলি দ্রব্য এমন যে, তাহারা সহজেই জলের সহিত মিশ্রিত হইয়া যায় । চিনি জলের সহিত মিশে । বালুকা কদাপি মিশে না, উহা একবার মিশ্রিত করিয়া দিলে আবার নীচে গিয়া সংযত হইয়া অবস্থিত হয় । অতএব চিনি যেমন মিশ্র বালুকা তেমন নয় ।

২।—উদ্বায়তা—কোন কোন দ্রব্যকে বায়ুতে রাখিলে উহারা শীঘ্র বায়ুর সহিত মিশ্রিত হয় । সকল অগ্নি স্ফুলিঙ্গ দ্রব্য এইরূপ । ঐ সকল দ্রব্য যে পাত্রের থাকে সেই পাত্রের মুখ খুলিয়া রাখিলে উহারা উড়িয়া যায় । কপূর অত্যন্ত উদ্বায় ।

৩।—দাহতা—কোন কোন দ্রব্য সামান্য অগ্নি সংযোগেই দগ্ধ হয় কেহ বা কিঞ্চিৎ ঘর্ষণেই জ্বলিয়া উঠে । এই সকল দ্রব্যকে দাহ্য বলে । শুষ্ক তৃণকাষ্ঠাদি দাহ্য পদার্থ বলিয়া পরিগণিত ।

৪।—দীপ্যতা—কোন কোন দ্রব্য অগ্নি সংযোগে যেমন দগ্ধ হইতে থাকে তেমনি উহা হইতে অত্যন্ত আলোক নির্গত হয় । সেই সকল পদার্থকে দীপ্য বলা যায় । কপূর ও বিলাতি দীপশলাকার যুখে যে পদার্থ * থাকে তাহাও অত্যন্ত দীপ্য ।

৫।—স্বচ্ছতা—কোন কোন দ্রব্য এমন যে তাহাদিগের ভিতর দিয়া আলোক আসিতে পারে—সুতরাং সেই সকল দ্রব্য দ্বারা চক্ষু আবৃত করিলে দৃষ্টি রোধ হয় না । এমন সকল পদার্থকে স্বচ্ছ বলা যায় । পরিষ্কার কাচ জল ও বায়ু অতিশয় স্বচ্ছ ।

৬।—বজ্ররস—কোন দ্রব্যই সর্বতোভাবে সঙ্গপৃষ্ঠ নহে । যাহাকে অতি মন্থন বোধ হয় তাহাকেও অণুবীক্ষণ দিয়া দেখিলে অত্যন্ত

* ই পদার্থের নাম দীপক, উহাকে ইংরেজীতে 'কমফরস' বলে ।

বন্ধুর দেখা যায়। ফলতঃ পরমাণু সমস্ত যদি পরস্পর কিছু কিছু অন্তর থাকে তাহা হইলেই দ্রব্যের বন্ধুরদ গুণ জন্মিবে ইহা স্পষ্টই বোধ হইতেছে। বন্ধুরত্বের বিপরীত গুণ মন্বণত্ব।

৬।—দ্রাব্যতা—কোন কোন দ্রব্য তাপ সংযোগে দ্রব হইয়া তরল হয়। যেমন ময়, সীসক, স্বর্ণ, রৌপ্য ইত্যাদি। ইহাদিগকে দ্রাব্য বলা যায়।

৮।—বর্ণ—বর্ণও সঞ্চারী গুণের মধ্যে পরিগণিত। যে দ্রব্য আলোকের যেরূপ রশ্মিকে প্রতিহত করে তাহার সেই বর্ণ বোধ হয়। শুভ্র দ্রব্য হইতে সকল আলোক রশ্মিই প্রতিহত হয়, কৃষ্ণ বর্ণ দ্রব্যে তাহার সকলেই শোষিত হয়।

এই সকল ও অপরাপর সঞ্চারী গুণের সুবিশেষ বর্ণন ক্রমশঃ অন্যান্য বিজ্ঞান কাণ্ডের যথাযোগ্য স্থানে করা যাইতে পারে।

গতি ।

প্রথম অধ্যায় ।

[গতির কারণ বল—গতির বেগ, কাল এবং দূরত্বাদির
পরস্পর সম্বন্ধ নিরূপণ।]

কোন বস্তুর এক স্থান হইতে স্থানান্তর হওয়ার নাম গতি। বল প্রয়োগ ব্যতিরেকে কোন জড় পদার্থের গতি উৎপাদন করা যায় না। কোন নির্দিষ্ট পরিমাণ জড় পদার্থের প্রতি অধিক বল প্রয়োগ

করিলে তাহার গতি অধিক দূর পর্য্যন্ত হয়, এবং অল্প বল প্রয়োগ করিলে অল্প দূর হয়। এই হেতু বলকেই গতির কারণ বলিয়া বিবেচনা করা যায়।

যেমন জড় পদার্থ মাঝেই স্থান-ব্যাপক তেমনি ক্রিয়া মাজেই কাল-ব্যাপক। অর্থাৎ যেমন কোন জড় পদার্থ আছে ইহা ভাবিতে গেলেই উহা কিয়ৎ পরিমাণ স্থান ব্যাপক হইয়া আছে বোধ হয়, তেমনি কোন ক্রিয়া হইতেছে এরূপ অনুমান করিতে গেলেই ঐ ক্রিয়া কিয়দ্দিত কাল ব্যাপক হইয়া আছে, ইহা আপনা হইতেই প্রতীত হয়। গতিও একটী ক্রিয়া। সুতরাং অমুক অব্যয় গতি হইতেছে বা অমুক অব্যয় চলিতেছে এমত বলিলেই ঐ গতি কি পরিমাণ কালে হইতেছে ইহা সহজেই জিজ্ঞাস্য হইতে পারে।

যদি অল্প কালের মধ্যে অধিকদূর গতি হয় তবে ঐ গতির বেগ অধিক বলা যায়। যদি অধিক কালে অল্প দূর গতি হয় তবে গতির বেগ অল্প বলা যায়। অতএব গতির দূরত্ব এবং তাহার কাল, এই দুয়ের পরস্পর সম্বন্ধ যেরূপ তাহাতেই গতির বেগ নিশ্চয় হয়।

যদি কোন ঘোড়ক ৪ ঘণ্টা কাল মধ্যে ৩২ ক্রোশ পথ গমন করে তবে তাহার বেগ কত ইহা নিরূপণ করিতে হইলে ৩২ এবং ৪ এই দুই সংখ্যার পরস্পর সম্বন্ধ বিরূপ ইহা বিবেচনা করা আবশ্যক। দেখা যাইতেছে যে, বক্রিণ চারিখ আট গুণ—অতএব ঐ ঘোড়কের গতির বেগ ৮ অবধারিত হয়—অর্থাৎ ঐ ঘোড়ক প্রতি ঘণ্টায় আট ক্রোশ পথ যায়। গতির দূরত্ব, কাল এবং বেগ এই তিনের মধ্যে যদি দুইটা জানা থাকে তাহা হইলে অপর অব্যক্তটীও জানা যায়। যথা যে ঘোড়ার গতির বেগ ৮ সে ৪ ঘণ্টায় কত দূর যাইবে? এমত জিজ্ঞাস্য হইলে বিবেচনা করা আবশ্যক যে যদি দূরত্বকে কাল দ্বারা বিভাগ করিলে বেগ পাওয়া যায়, তবে বেগকে কাল দ্বারা পূরণ করিলে অবশ্য দূরত্ব পাওয়া যাইবে। অতএব $৮ \times ৪ = ৩২$

অর্থাৎ ঐ ঘোটক ৪ ঘণ্টায় ৩২ ক্রোশ যাইবে । আবার, যে ঘোড়ার গতির বেগ ৮ সে যদি ৩২ ক্রোশ পথ গিয়া থাকে, তবে কতক্ষণ চলিয়াছিল ? এমত জিজ্ঞাস্য হইলে বিবেচনা করা উচিত যে, বেগকে কাল দ্বারা পূরণ করিয়া দূরত্ব জানা যায়, তবে দূরত্বকে বেগ দ্বারা হরণ করিলেই কাল জানা যাইবে । সুতরাং এই স্থলে $৩২ \div ৮ = ৪$; অর্থাৎ ঐ ঘোটক চারি ঘণ্টায় ৩২ ক্রোশ গিয়াছিল ।

যদি ‘দূ’ ‘কা’ এবং ‘বে’ এই সাক্ষেতিক বর্ণে দূরত্ব, কাল এবং বেগ বুঝায় তবে গণিত শাস্ত্রের সঙ্কেতানুসারে ঐ তিনের পরস্পর সম্বন্ধ সঙ্ক্ষেপে প্রকাশ করা যাইতে পারে ; যথা—

$$(১) \text{দূ} \cdot \text{কা} = \text{বে}, \text{ অথবা } \text{দূ} \div \text{কা} = \text{বে}, \text{ যথা, } ৩২ \div ৮$$

$$(২) \text{বে} \times \text{কা} = \text{দূ} \quad \text{যথা, } ৮ \times ৪ = ৩২$$

$$(৩) \text{দূ} \div \text{বে} = \text{কা} \quad \text{যথা, } ৩২ \div ৮ = ৪$$

দ্বিতীয় অধ্যায় ।

[গতির প্রথম নিয়ম—দ্বিতীয় নিয়ম—গতি-সজ্জাত—গতি-বিভাগ—দোলন—চক্রভ্রমণ—
কেন্দ্রাভিমুখ এবং কেন্দ্রবিমুখ বল ।]

পূর্বে কথিত হইয়াছে যে, জড়পদার্থের স্থানান্তর হওয়ার নাম গতি এবং সেই গতির কারণ বল । ‘স্থানান্তর’ বলিলেই যে স্থানে জড়পদার্থ প্রথমে অবস্থিত ছিল এবং পরে উহা যে স্থানে গিয়া উপস্থিত হইল এই দুইটা স্থানই অনুভূত হয় । ঐ দুই স্থানের পরস্পর সম্বন্ধ বিবেচনা করিয়া গতির নিয়ম নির্ধারিত হইয়াছে ।

প্রত্যক্ষ করা গিয়াছে যে, যে দিক হইতে জড়পদার্থের প্রতি বল প্রয়োগ হয়, উহা তাহার বিপরীত দিকে সরল রেখা ক্রমে চলিয়া যায় । কিন্তু জড় নিশ্চল । সুতরাং যদি কোন জড় পদার্থ একবার চলিতে আরম্ভ করে, তবে সে কদাপি অসং ঐ গতি নিবারণ করিয়া

স্থির হইতে পারে না। অতএব জড়ের সচল হইতেও যেমন বল প্রয়োগের প্রয়োজন, নিশ্চল হইতেও সেই রূপ, অন্যথা সে কদাপি আপন গতির রেগ ভ্রম বা সম্বর্ধিত করণে সমর্থ হয় না।

এইরূপ বিবেচনা করিয়া নিশ্চিত হইতেছে যে, “জড় পদার্থের প্রতি বল প্রযুক্ত হইলে উহা সেই বলের অভিমুখে সরল রেখা ক্রমে চিরকাল সমান বেগে চলে”। ইহাই গতির প্রথম নিয়ম। এস্থলে জিজ্ঞাসা হইতে পারে যে এইরূপ নিয়ম হইলে চালিত বস্তুর চির-সচলতা কোথাও দেখিতে পাইনা কেন? শর নিক্ষেপ করিলে, ভাঁটা গড়াইয়া দিলে, লাঠিম ঘুরাইলে, কেহ নিবারণ না করিলেও যে উহার আপনা হইতেই স্থির হয়, ইহার কারণ কি? তাহার উত্তর এই যে, বায়ুর প্রতিবন্ধকতা, ভূমির ঘর্ষণ এবং পৃথিবীর আকর্ষণ ঐ সকল স্থলে প্রতিবন্ধকতা করিয়া গতি নিবারণ করে। যদি ঐ সকল প্রতিবন্ধকতা না থাকিত, তবে উৎক্ষিপ্ত শর চিরকাল সমবেগে উর্দ্ধে উঠিত, ভাঁটা ক্রমাগত গড়াইয়া যাইত এবং লাঠিমও বাবৎকাল ঘূর্ণিত হইত।

এই সিদ্ধান্ত কেবল অনুমানসিদ্ধ হইলেও অপ্রমাণ নহে, কারণ এই অনুমান প্রত্যক্ষ-মূলক; দেখ কোন সমতল ঘরের মেজায় ভাঁটা গড়াইয়া দিলে উহা যত দূর যায়, সেই বলে সেই ভাঁটাকে ঘাসের উপর ছাড়িয়া দিলে ততদূর যাইতে পারে না, বিষমতল ঘাসের ঘর্ষণ উহার গতির অধিকতর প্রতিবন্ধক হয়। এবশ্রকার যন্ত্র আছে যে, তাহা দ্বারা কোন নির্দিষ্ট স্থান হইতে আর সমুদায় বায়ু বাহির করিয়া লওয়া যায়। তখন ঐ স্থানে একখানি চক্র ঘুরাইয়া দিলে সেই চক্রে বহুক্ষণ ধরে; সুতরাং কান্দে যে গতির প্রতিবন্ধক তাহা প্রত্যক্ষ সিদ্ধ হইতেছে। পৃথিবীর নিকটে থাকিয়া ইহার অতি প্রবল তর আকর্ষণ-শক্তির বশবর্তী না হইয়া থাকিলে, যদি কোন উপায় থাকিত, তবে গতির এই নিয়ম একেবারেই প্রত্যক্ষ করা যাইত। কিন্তু-

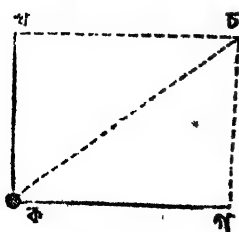
তাহা না হউক, যে স্থানে ঘর্ষণ নাই—বায়ুর প্রতিবন্ধকতা নাই, এবং পৃথিবীর আকর্ষণও অধিক কার্যকাৰী হয় না, সেই সকল অতি দূরবর্তী গ্রহ নক্ষত্রাদি স্থলে জড় পদার্থের চিরসচলতার সম্যক উদাহরণ প্রাপ্ত হওয়া যাইতেছে ; সেই সকল পদার্থ সহস্র বর্ষ পূর্বেরও যেমন চলিতেছিল অদ্যাপি তাহারা সেইরূপ চলিতেছে ।

গতির দ্বিতীয় নিয়ম—গতি সজ্জাত ।

কোন জড় পদার্থের প্রতি একটী মাত্র বল প্রদত্ত হইলে যে রূপ ঘটে তাহা কথিত হইল । যদি একেবারে একাধিক দুই তিন বা তদধিক বল প্রযুক্ত হয় তাহা হইলেও পূর্ব নিয়মের কিছু মাত্র অন্যথা হয় না, “জড়ের প্রতি যত বল কেন একেবারে দেওয়া যাউক না, সকল বল গুলি স্ব স্ব অভিমুখে সরল রেখাক্রমে উহার গতি উৎপাদন করে” । এইটী গতির দ্বিতীয় নিয়ম ।

এই স্থলে বিবেচনা করা উচিত যে জগতে কাহারও বিনাশ হয় না । যেমন এক প্রকার জড় পদার্থের সহিত অন্য প্রকার জড়ের সংযোগ হওয়াতে তাহার রূপান্তর মাত্র হয়, কিন্তু তাহার একটী পরমাণুরও ধ্বংস হয় না, বলেরও সেইরূপ ঘটিতেছে ; একটী বলে যে প্রকার কার্য্য হইত অন্য বলের যোগে সেই কার্য্যের কিছু ভিন্ন ভাব মাত্র দৃষ্ট হইতে পারে । কিন্তু কোন বল যে একেবারে ব্যর্থ হইয়া যাইবে তাহার সম্ভাবনা নাই ।

ফলতঃ কোন জড় পদার্থের প্রতি একেবারে দুইটী বল প্রযুক্ত হইলে যে প্রকার গতি হয় তাহাতে দুইটী বলেরই কার্য্য দেখিতে পাওয়া যায় । ইহা স্পষ্ট করিবার নিমিত্ত একটী প্রতিকল্প প্রদত্ত



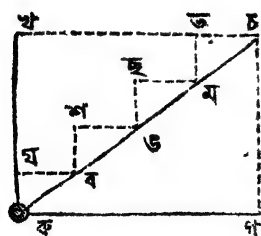
হইল, ‘ক’ নামক কোন কন্স্টারের প্রতি এক সময়ে এমনত দুই বল প্রদত্ত হইয়াছে যে, তাহার একটীর প্রভাবে উহা কোন নির্দিষ্ট কাল মধ্যে ‘ক’ হইতে ‘গ’ পর্য্যন্ত এবং অপরটীর প্রভাবে উহা সেই কালের মধ্যে

‘ক’ হইতে ‘খ’ পর্য্যন্ত যায়। ‘ক’ ঐ দুই বলেরই অধীন হইয়া কার্য করে — অর্থাৎ ঐ দুই গতি অত্যন্ত অত্যন্ত হইলেও ‘ক’ যে স্থানে বাইত উহা সেই স্থানেই যায়। কারণ, বিবেচনা করিতে হইবে যে প্রথমতঃ উহার গতি যদি ‘কগ’ বলের প্রভাবে ‘গ’ পর্য্যন্ত হয়, তবে দ্বিতীয় ‘কখ’ গতি ঐ ‘গ’ স্থান হইতে অবশ্য হইবে এবং ‘ক’ যে অভিমুখে এবং যত দূর পর্য্যন্ত আছে ‘গ’ হইতে ঠিক সেই মুখে তত দূর অর্থাৎ ‘চ’ পর্য্যন্ত যাইবে। একেবারে দুই বলের কার্য হওয়াতেও তাহাই হইবে। অর্থাৎ ‘ক’ ‘চ’ স্থানে যাইয়া উপস্থিত হইবে।

‘কখ’ যে অভিমুখে, ‘গচ’ সেই অভিমুখে, ‘কখ’ যত দূর, ‘গচ’ ঠিক তত দূর; ইহা বিবেচনা করিলেই বোধ হইবে যে ‘খ’ এবং ‘চ’ একটী সরল রেখা দ্বারা যোগ করিলে ‘কখগচ’ একটী সমান্তরাল চতুর্ভুজ-ক্ষেত্র হইবে তাহার পরস্পর সম্মুখীন দুই দুই ভুজ সমান এবং ‘কচ’ তাহার কর্ণরেখা; সুতরাং ঐ কর্ণরেখা ক্রমেই আহত স্রব্যের গতি হয়।

পূর্বে যাহা কথিত হইয়াছে, তাহা অভিনিবেশপূর্বক বিবেচনা করিলেই দুই গতির যোগে যে কর্ণ রেখাক্রমে গতি জন্মে ইহা স্পষ্ট প্রতীত হয়। নিম্নলিখিত আদর্শে ‘কখ’ প্রভৃতিকে ‘কখ’ প্রভৃতির

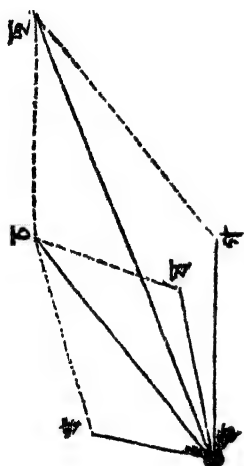
সুক্ষ্মতম অংশ বিবেচনা করিয়া লইয়া দেখ, যখন ‘ক’ উহার ‘কখ’ রেখায় যে গতি হওয়া আবশ্যিক, সেই গতির অনুসারে ‘ক’ হইতে ‘কখ’র কিয়দংশ ‘ঘ’ পর্য্যন্ত যায় সেই কালে উহাকে ‘কগ’ অভিমুখ গতির প্রভাবে ‘ঘব’ রেখায় আসিতে হয়। পুনর্বার যখন উহা



‘বশ’ রেখায় যায় সেই সময় দ্বিতীয় গতির প্রভাবে ‘শঙ’ রেখানুসারেও আসিতে হয়। সুতরাং এইরূপ কণেক ‘ঙছ’ কণেক ‘ছঘ’ ও তাহার পর ‘মভ’ এবং ‘ভচ’ এইরূপে যাইয়া ‘ক’ নামক স্রব্য ‘চ’

স্থানে উপনীত হয়। 'কচ' নামক কর্ণরেখা 'কখ' এবং 'কগ' এই দুই গতির-সজ্জাত-কল বলিয়া উহার নাম "গতি-কল" রাখা গিয়াছে।

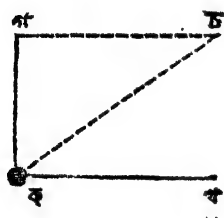
তিনটি চারিটি বা ততোধিক ভিন্ন ভিন্ন বল একেবারে প্রযুক্ত হইলেও তজ্জন্য যে 'গতি-কল' উৎপন্ন হয়, তাহাও এই প্রকারে জানা যাইতে পারে।



পার্শ্ববর্তী আদর্শে দৃষ্টিপাত করিলে বুঝা যাইবে যে 'ক' নামক কোন দ্রব্যের প্রতি তিনটি বল প্রদত্ত হইয়াছে, তাহার একটির প্রভাবে উহার গতি 'ক' হইতে 'খ' পর্যন্ত, দ্বিতীয় দ্বারা 'খ' পর্যন্ত এবং তৃতীয় দ্বারা 'গ' পর্যন্ত হয়। ঐ তিন বলের গতি-কল কোথায় হইবে? এইরূপ জিজ্ঞাসা হইলে প্রথমতঃ বিবেচনা করিতে হইবে যে, এই স্থলে যেন দুইটি মাত্র বল প্রদত্ত হইয়াছে। সেই দুইটি যেন 'কখ' এবং 'কগ'।

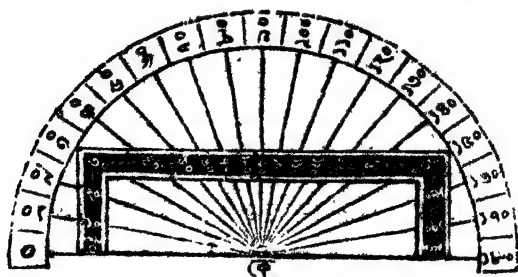
তবে ঐ দুয়ের গতি-কল নিশ্চয় করিতে হইলে 'খ' হইতে 'কখ' এর সমান্তরাল এবং সমান 'খচ' রেখা টানিয়া 'কচ' যোগ করিয়া দিলে ঐ 'কচ' উক্ত দুই বলের গতি-কল বলিয়া অবধারিত হইবে। এক্ষণে এমনত বল যাইতে পারে যে 'কচ' গতি 'কখ' এবং 'কগ' এই দুই গতির কার্য্য করিতেছে। পরে 'গ' হইতে 'কচ' এর সমান্তরাল এবং সমান 'গখ' রেখা টানিয়া 'কখ' সংযুক্ত করিয়া দিলে 'কখ' এবং তৃতীয় গতি 'কগ' ইহাদিগের গতি-কল নির্দ্ধারিত হইবে। সুতরাং 'কখ'ই প্রযুক্ত তিনটি গতির গতি-কল। এই প্রকার করিয়া চারিটি হউক বা পাঁচটি হউক সমুদায় ভিন্ন ভিন্ন গতির গতি-কল অবধারিত হইতে পারে।

একখানি ক্ষুদ্র গজ * থাকিলে অতি অল্পায়াসেই গতি-ফল নিরূপিত করা যায়। তাহার দৃষ্টান্ত দেখ, যদি উত্তর এবং পূর্ব উভয় দিক হইতে ঠিক এক সময়ে কোন একটা স্রোতের প্রতি এমন দুইটা আঘাত হইয়া থাকে যে উত্তর দিগের আঘাত প্রভাবে ঐ স্রোত যে সময়ে ৪ হাত দক্ষিণদিকে যায়, পূর্বদিকের আঘাত দ্বারা উহা সেই সময়ে ৩ হাত পশ্চিমদিকে যায়, তাহা হইলে প্রথমে গজ ধরিয়া ৪ হাতকে, ৪ ইঞ্চি কল্পনা করিয়া একটা রেখা পাত কর। সেই রেখা 'কথ' হউক। পরে উত্তরদিক্ এবং পূর্বদিকে ৯০ অংশ পরিমিত কোণ হয় ইহা বিবেচনা করিয়া 'ক' স্থান হইতে ঐ গজ দ্বারা



'খকগ' একটি ৯০ অংশ কোণ কর '। 'কগ' রেখাকে তিন ইঞ্চি পরিমিত করিয়া লও। পরে পূর্ববৎ 'গ' হইতে 'কথ' এর সমান এবং সমান্তরাল 'গচ' রেখা পাত করিয়া যদি 'কচ' রেখা টানা যায় তাহা হইলেই 'কচ'

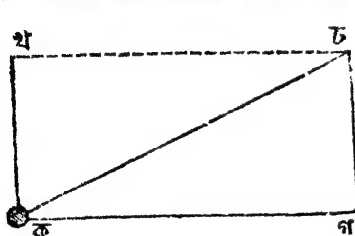
* এই গজ যামিনের ব্যবহার করিয়া থাকেন। উহার নাম প্রোটাকটং স্কেল। গজ ততি সহজেই প্রস্তুত করিয়া লওয়া যাইতে পারে। তাহার প্রতিক্রপ এই—



একটা কাগজে উপরিলিখিত প্রতিক্রপবৎ একটি বৃত্তার্ধ প্রস্তুত কর। এবং তাহাকে চতুর্ভুজরূপে বিভক্ত কর। তাহার পর ঐ বৃত্তার্ধের ভিতর যেরূপকার চতুর্ভুজ কোণের প্রতিক্রপ দেইরূপ করিয়া এবং উহার অংশ সমস্তকে যথাক্রমে অঙ্কিত করিয়া এ

রেখা গতি-ফলের প্রতিক্রম হয় ; গজ দ্বারা মাপিলে ঐ ‘কচ’ ৫ ইঞ্চি পরিমিত হইবে সুতরাং এই স্থলে বাস্তবিক গতি-ফল ৫ ছাত নির্দ্ধারিত হয় ।

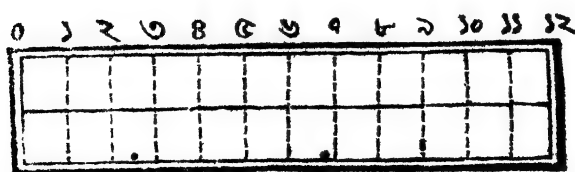
যেরূপ ক্রিয়া দ্বারা গতির সজ্জাত ফল নিরূপিত করা যায়, তাহার বিপরীত ক্রিয়া দ্বারা যদি দুই গতির ফল এবং তাহার একটি গতি জানা থাকে, তবে অপর গতিও জানা যাইতে পারে। নিম্নবর্তী চিত্রে যদি ‘কথ’ একটি গতির এবং ‘কচ’ গতি দুয়ের সজ্জাত-ফলের



চ প্রতিক্রম হয় তবে অপর গতির প্রকৃতি জানিবার নিমিত্ত ‘চ’ হইতে ‘কথ’ এর সমান এবং সমান্তরাল ‘চগ’ নামক রেখা গতিত করিতে গ হয়। তাহার পর ‘কগ’ যোগ

করিয়া দিলে ঐ ‘কগ’ অব্যক্ত গতির প্রতিক্রম হইবে। গজ দ্বারা মাপিয়া ঐ গতির পরিমাণও নিশ্চয় করা যাইতে পারে। কিন্তু

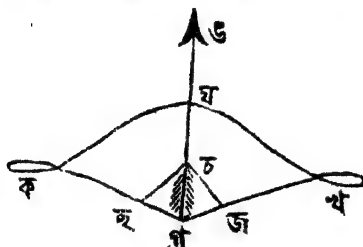
অস্বত ক্ষেত্রটি কাটিয়া লও। তাহা হইলেই কোণ মাপিমার উপায় হইবে। যে স্থানে যত বড় কোণ হইবে সেই স্থানে ঐ গজের ‘কে’ নামক কেন্দ্র স্থান সংস্থাপিত করিবে। পূর্বে যত বড় কোণ করা আবশ্যক তাহা বিবেচনা করিয়া অঙ্কিত করত পেনসিল দ্বারা রেখা টানিয়া দিলেই প্রয়োজনমত কোণ হইবে। ঐ কাগজ খানির অপর পৃষ্ঠকে নিম্নবর্তী দ্বিতীয় প্রতিক্রমবৎ ১২টি সমান ভাগে বিভাগ করিয়া রাখিলে তদ্বারা ইচ্ছা প্রভৃতি মাপিয়া লওয়া গাইবে।



কে

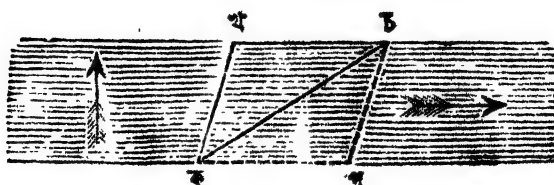
হুইলের অধিক গতিদ্বারা যে গতি-কল উৎপন্ন হয় সে স্থলে গতি-কল এবং একটি মাত্র গতি জানিয়া অপর গতিগুলি নিশ্চয় জানা যাইতে পারে না। সে স্থানে কল্পনা করিয়া অব্যক্ত গতির নিরূপণ হইয়া থাকে।

উক্ত রূপ বহু গতির দ্বারা যে এক মাত্র গতি-কল উৎপন্ন হয় ইহা অনেক স্থলেই প্রত্যক্ষ করা যাইতেছে। দেখ যদি দুই জন লোক কোন ব্যক্তির দুই দিকে ছাত ধরিয়া টানিতে থাকে, তবে ঐ ব্যক্তি কোন এক জনের দিকে না গিয়া উভয়ের মধ্য দিয়া যাইবে। যখন ধনুক যোগে শর নিক্ষেপ্ত হয়, তখনও ঐ ধনুকের জ্যা শরকে দুই দিক হইতে ঠেলে, তাহাতে শর উভয় বলের মধ্য স্থান দিয়া গমন করে। পরবর্তী প্রতিরূপে দেখিয়া স্পষ্ট বুঝিয়া লও।

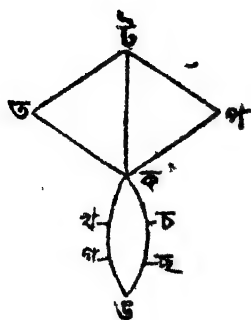


যখন কেহ স্রোতস্রভী নদী সমুদ্রগে দ্বারা স্বয়ং পার হয় তখন সে ব্যক্তি ঠিক সমান পার হইয়া যাইবার চেষ্টা করে, কিন্তু জলের স্রোতঃ

প্রযুক্ত তাহাকে প্রবাহাভিমুখেও কিয়দূর ভাসিয়া যাইতে হয়।

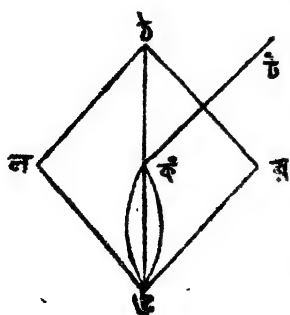


অতএব সে ঠিক সমানরূপে পার হইয়া অপর পারে উঠিতে পারে না, উর্দ্ধবর্তী প্রতিরূপে ইহা সপ্রমাণ হইতেছে।



নাবিকেরা এই বিষয় উত্তমরূপ বু-
ঝিয়া থাকে এবং ইহা বুঝিয়া সূক্ষ্মশীলে
নৌকা চালায় । বামভাগস্থ চিত্র দেখিয়া
বিবেচনা কর ‘কঙ’ নামক নৌকার ‘চ’
‘ছ’ ‘খ’ ও ‘গ’ এই চারি স্থানে চারিটা
দাঁড় আছে । কেবল এক দিকের দাঁড়
টানিলে নৌকা ঠিক যায় না; একেবারে

দুই দিকের দাঁড় ফেলিতে হয় । ‘খ’ এবং ‘গ’ এই দুই স্থানে যে দুই
দাঁড় আছে, তদ্বারা নৌকার গতি ‘কপ’ অভিমুখে হইতে পারে, আর
‘চ’ ‘ছ’ স্থলে যে দুই দাঁড় আছে, তদ্বারা উহার গতি ‘কত’ রেখা-
ক্রমে হয় । সুতরাং উভয় গতির ফল কর্ণরেখাক্রমে হইয়া নৌকা
‘কট’ রেখায় চলিতে থাকে যে জলে নৌকা চলিতেছে যদি তাহাতে
অননুসূলরূপে স্রোতঃ বহিতে থাকে অথবা তৎকালে কোন দিকে
বায়ু বহে কিম্বা পূর্বোক্ত চারিটা দাঁড়ের মধ্যে কাহার বল অপেক্ষা-
কৃত অধিক বা অল্প হয়, তাহা হইলে নৌকা ঠিক সমান যাইতে পারে
না । ঐ সকল বৈষম্য নিবারণ করা কর্ণধারের কর্ম ।

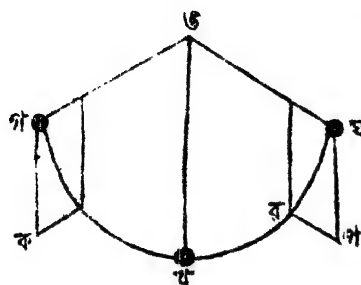


এই চিত্রে বিবেচনা করিতে হইবে;
‘কঙ’ নৌকা ‘কঠ’ পথে যাইবে, কিন্তু
পূর্বোক্ত কোন কারণ বশতঃ উক্ত নৌ-
কার গতি ‘কট’ বা ‘ওর’ রেখাক্রমে হই-
তেছে, এস্থলে কর্ণধারকে এমনত করিয়া
হালি ধরিতে হইবে যাহাতে নৌকার
গতি ঐ সকল প্রতিবন্ধক না থাকিলে

‘ওল’ রেখাক্রমে হয় । ‘ঙ’ হইতে ‘রঠ’ এর সমান এবং সমান্তরাল

‘ওল’ রেখা টানিলে বুঝা যাইবে যে ‘ওর’ এবং ‘ওল’ এই দুই গতির সংঘাতে ‘ওকঠ’ বা ‘কঠ’ অভিযুগ্মে গতি-কল জন্মিবে।

আবার এই চিত্রে বিবেচনা

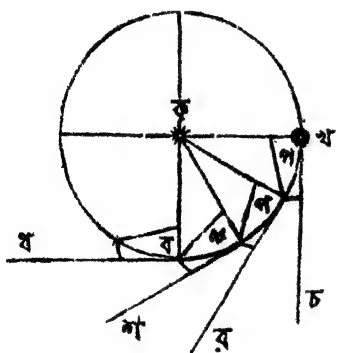


করিয়া দেখ, ‘খ’ নামক কন্দুক ‘ওখ’ রজ্জু দ্বারা লঙ্ঘমান আছে। যদি ‘খ’ কে ‘ঘ’ পর্য্যন্ত তুলিয়া ছাড়িয়া দেওয়া যায় তবে উহা ‘ঘখগ’ নামক পথে পুনঃ পুনঃ গমন করিতে থাকে।

এই স্থলে বিবেচনা করিতে হইবে যে, ‘ওখ’ রজ্জু যত বলে ‘খ’ নামক কন্দুককে ঝুলাইয়া রাখিয়াছে, পৃথিবীও ঠিক তত বলে উহাকে নিম্নে আকর্ষণ করিতেছে। কারণ, পৃথিবী অধিক বলে আকর্ষণ করিলে, কন্দুক পৃথিবীর মাধ্যমভিযুগ্মে পড়িয়া যাইত, রজ্জুর বল * অধিক হইলে উহা আরও উর্দ্ধে উঠিত। অতএব বলিতে হইল ‘খ’এর প্রতি উপর ও নীচের দুই দিকের বলই সমান। এক্ষণে যোষকর যখন ‘খ’ ‘ঘ’ স্থানে গিয়াছে তখন পৃথিবী ‘ঘপ’ রেখাক্রমে উহাকে আকর্ষণ করিতেছে, তবে ‘ওল’ অর্থাৎ রজ্জু স্থানীয় বল ‘ঘপ’ এর সমান হইবে, সুতরাং কন্দুকের গতিকল ‘ঘর’ প্রভৃতি স্বক্ম স্বক্ম অংশে ক্রমশঃ হইয়া পরিশেষে ‘ঘখগ’ চিহ্নিত ধমুর আকারে দৃষ্ট হইবে। পরন্তু কন্দুক যে ‘খ’ স্থানে আসিয়া ক্রমে ক্রমে আরও উর্দ্ধদিকে উঠিয়া যার তাহার কারণ ঐ কন্দুকের নিশ্চেষ্টতা গুণ মাত্র—অর্থাৎ যেমন পূর্বেই বলা হইয়াছে যে, জড় বস্তুকে একবার পরিচালিত করিলে সে স্বয়ং নিরন্ত হইতে পারে না। এই হেতু ‘খ’ ‘ও’এর ঠিক নীচে আসিয়াও স্থির হয় না।

* গতির উৎপাদক এবং সিন্দ্রক চতুয় কারণকেই ‘বল’ বলা যায়।

দুই বলের প্রভাবে সকল স্থানেই কেবল সরল রেখায় বা ধনুর আকারে গতি-কল জন্মে এমনত নহে ; কোথাও কোথাও দুই বলের সম্পূর্ণ যোগে বৃত্তাকার গতি-কলও উৎপন্ন হইয়া থাকে । তাহার প্রমাণ, কোন রজ্জুর এক প্রান্তে একটি কন্দুক বদ্ধ করিয়া এবং ঐ রজ্জুর অপর প্রান্ত মৃত্তিকা প্রোথিত কীলকে বদ্ধ করিয়া যদি কন্দুকের প্রতি এক দিক হইতে বল পূর্বক আঘাত করা যায়, তাহা হইলে দেখা যায় যে, কন্দুকটা অনেক বার কীলকের চতুর্দিকে ফিরে । তাহার কারণ পার্শ্ববর্তী চিত্র * দেখিলেই স্পষ্ট বোধ হইবে । এস্থলে



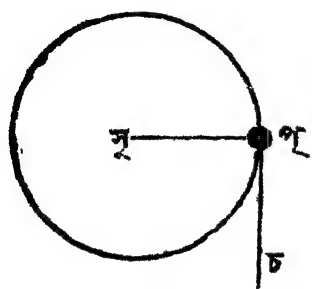
‘কখ’ রজ্জু ‘ক’ নামক কীলকে বদ্ধ আছে, এস্থানে যদি ‘খ’ এর প্রতি ‘খচ’ অভিমুখে আঘাত করা যায় তবে উহা সেই আঘাতের বলে ‘খচ’ স্পর্শ-জায়া রেখা ক্রমে যাইতে চাহে, কিন্তু ‘কখ’ রজ্জু দ্বারা বদ্ধ থাকাতে সেইরূপ যাইতে পারে না । ‘খক’ এবং ‘খচ’

এই দুই বলের সংঘাতে ‘খগ’ গতি-কল জন্মে । পুনর্বার ‘গর’ এবং ‘গক’ এই দুই বলের যোগে ‘গঘ’ গতি-কল হয় । এই প্রকার ‘গশ’ এবং ‘কগ’ যোগে ‘গক’ হয়, এবং ‘কখ’ ও ‘কক’ যোগেও ঐরূপ হইতে থাকে । এইরূপে অসংখ্য ‘খগ’ প্রভৃতি স্বল্প অংশে ক্রমশঃ গমন করত পরিশেষে একটি বৃত্তাকার পথে পরিভ্রমণ করে ।

ঘোড়ার চক্র দেওয়া দেখিলে এই ব্যাপার অতি স্পষ্টরূপে বোধ-

* এই চিত্রে কিছুদোষ হইয়াছে । উক্ত বল সংযোগে যে ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র সমান্তরাল চতুর্ভুজ জন্মে তাহা যথার্থরূপে প্রদর্শিত হয় নাই । রেখাগুলি সমান্তরাল হয় নাই । কিন্তু ইহাতেও তাৎপর্য্য বোধ হইতে পারিবে ।

গম্য হয়। এক জন বোড়ার মুখরশ্মি ধরিয়। দণ্ডায়মান থাকে, আর এক ব্যক্তি ঐ অশ্বকে কশাঘাত করে। কশাঘাত করিলেই বোড়া বেগে চলিয়া যাইতে চেষ্টা করে, কিন্তু মুখরশ্মি দ্বারা বন্ধ থাকতে উভয় বলের বশীভূত হইয়া চক্রাকার পথে ভ্রমণ করিতে থাকে। পৃথিবাদি গ্রহগণ যে সূর্য্যকে প্রদক্ষিণ করিয়া স্ব স্ব কক্ষ ভ্রমণ করিতেছে, তাহাও উক্ত প্রকার বলদ্বয় প্রভাবেই হইতেছে।



যে দুই বলে বস্তুর চক্রাকার পথে ভ্রমণ হয়, পণ্ডিতেরা তাহাদিগের দুইটী নাম রাখিয়াছেন। যে বলের প্রভাবে জবা কেন্দ্রের অভিমুখে যায় তাহার নাম কেন্দ্রাভিমুখ, আর যাহার প্রভাবে উহাকে কেন্দ্র ত্যাগ করিয়া যাইতে হয়

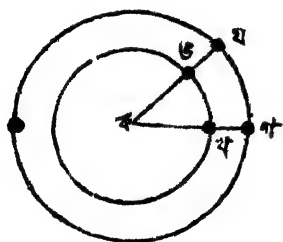
তাহার নাম কেন্দ্র-বিমুখ বল। উপরিস্থ চিত্রে 'সু' ও 'পৃ' কে সূর্য্য ও পৃথিবীর প্রতিলিপ স্বীকার কর, এক্ষণে 'পৃ' রেখায় পৃথিবীর কেন্দ্র বিমুখ বল দৃষ্ট হইতেছে এবং 'সু' রেখাতে কেন্দ্রাভিমুখ বল দেখা যাইতেছে। যদি পৃথিবীর প্রতি কেন্দ্রাভিমুখ বল না থাকিত তবে ইহা 'পৃ' এই স্পর্শ-জ্যা রেখাক্রমে চলিয়া যাইত, বৎসরে বৎসরে সূর্য্যকে প্রদক্ষিণ করিত না। আবার যদি ইহার প্রতি কেন্দ্র-বিমুখ বল না থাকিত তাহা হইলে ইহা 'সু' রেখাক্রমে সূর্য্য কর্তৃক আকৃষ্ট হইয়া ক্রমশঃ তাহার নিকটবর্তী এবং পরিশেষে সূর্য্য শরীরে পতিত ও তাহাতে বিলিপ্ত হইত।

যেমন সরল রেখায় যে গতি-কল জন্মে তাহাকে বিভাগ করিয়া সেই গতি-কল কোন্ কোন্ গতির সংঘাতে জন্মিয়াছে তাহা জানিতে পারা যায়, সেই রূপ চক্রাকার গতিতেও যে কেন্দ্রাভিমুখ এবং কেন্দ্রবিমুখ দুই বলের কার্য্য হইতেছে তাহাও গণিত

শাস্ত্রের কিঞ্চিৎ আশ্রয় লইলেই আনায়াসে বুঝিতে পারা যায়। ঘোড়াকে চক্র দেওয়াইবার সময় যদি হঠাৎ তাহার মুখরশ্মি ছিন্ন হয়, তবে ঘোড়া সরল রেখাক্রমে বেগে চলিয়া যায়। বালকেরা যখন ফিঙ্গা দ্বারা টিল ছোড়ে তখন ফিঙ্গাটিকে বারকত ঘুরাইয়া টিল ছাড়িয়া দেয়, ছাড়িয়া দিবামাত্র ঐ টিল অতিশয় বেগে সরল রেখাক্রমে গমন করিতে আরম্ভ করে। ছুরিতে শানদিবার সময় শানটা চক্রাকারে ঘুরে, কিন্তু তদ্বারা ছুরির মল সমস্ত সরল রেখাক্রমে বাহির হইয়া পড়িতে থাকে। যাঁতায় কোন দ্রব্য চূর্ণ করিতে যত বেগে যাঁতা ঘুরাইয়া দেওয়া যায়, উহা হইতে চূর্ণ সমস্ত তেমননি বেগে সরল রেখাক্রমে বাহির হইয়া আইসে। লাঠিম ঘুরাইয়া তাহার উপর কোন ক্ষুদ্র দ্রব্য রাখিয়া দিবার চেষ্টা করিলেই দেখা যায় যে, ঐ দ্রব্য লাঠিম কর্তৃক সরল রেখাক্রমে দূরীকৃত হইতে থাকে।

কেন্দ্রাভিমুখ এবং কেন্দ্রবিমুখবল দুই পরস্পর সমান না থাকিলে কোন দ্রব্যের চক্র গতি হইতে পারে না। কারণ যদি কেন্দ্রবিমুখ-বল অধিক হয়, তবে দ্রব্যটা স্পর্শজ্যাক্রমে যায়, আর যদি কেন্দ্রাভিমুখ-বল অধিক হয়, তবে উহাকে ক্রমশঃ কেন্দ্রের নিকটে বাইতে হয়। অতএব এই দুই বলের মধ্যে একটীর পরিমাণ নিশ্চয় করিতে পারিলে দুইটীরই পরিমাণ নিরূপিত হইতে পারে। কিন্তু ইহাদিগের পরিমাণ নির্দেশ করা অপেক্ষা করণে ইহাদিগের হ্রাস বৃদ্ধি হয় তাহা প্রথমতঃ জানা আবশ্যিক। দেখা গিয়াছে, রজ্জুতে একটা ডিল বাঁধিয়া ঘুরাইতে ঘুরাইতে যদি ক্রমশঃ তাহার বেগ বৃদ্ধি করা যায়, তবে রজ্জু ছিন্ন হয়। সুতরাং চক্রগতির বেগ বৃদ্ধি হইলে তাহার কেন্দ্রবিমুখ-বলও বর্ধিত হয়, ইহা অবশ্য স্বীকার করিতে হইল। আবার ইহাও দৃষ্ট হইয়াছে যে রজ্জুতে কোন লম্বু দ্রব্য বন্ধন করিয়া ঘুরাইলে রজ্জু ছিন্ন হয় না কিন্তু যদি তাহাতে কোন গুরু দ্রব্য বন্ধন করিয়া ঘূর্ণিত করা যায় তবে

সেই বেগেই রজ্জু ছিন্ন হয়। অতএব ইহাও স্বীকার করিতে হইল যে, স্রব্য ভারী হইলে তাহার চক্র ভ্রমণে কেন্দ্র-বিমুখ-বল গরিষ্ঠ হইয়া থাকে। অপিচ, ইহাও দৃষ্ট হইয়া থাকিবে যে, কোন স্রব্যকে একটি রজ্জুর অগ্রভাগে বন্ধন করিয়া এবং সেই রজ্জুর অপর প্রান্ত অঙ্গুলি দ্বারা ধারণ করিয়া যদি তাহাকে ঘূর্ণিত করা যায় এবং ঐ প্রকারে ঘূর্ণিত করিতে করিতে ক্রমশঃ রজ্জুকে দীর্ঘ করা যাইতে থাকে, তবে রজ্জুটী যত দীর্ঘ হয় তাহাকে ঘূর্ণিত করিতে ততই অধিক বলের প্রয়োজন হইতে থাকে। এইরূপ করাতে কখনও বা রজ্জু সমধিক দীর্ঘ হইয়া ছিন্ন হইয়া যায়। অতএব বোধ হইতেছে যে, কেন্দ্র হইতে যত দূর কোন স্রব্য ঘূর্ণিত হয়, তাহার কেন্দ্র-বিমুখ-বল ততই বাড়ে। ফলতঃ এইরূপে যে কেন্দ্র-বিমুখ-বল বর্জিত হয় তাহার কারণ কেবল স্রব্যের ভ্রমণ কালীন বর্জিত বেগ মাত্র। ইহা এই প্রতিকৃতি দেখিলেই স্পষ্ট বোধ

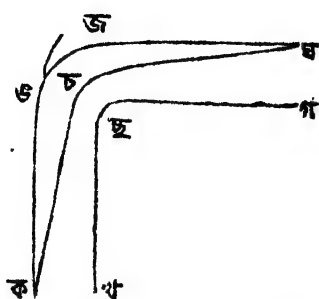


হইবে। রজ্জু ক্ষুদ্র থাকিলে যদি স্রব্যটা কোন নির্দিষ্ট কাল মধ্যে 'খ' হইতে 'ঙ' পর্যন্ত যায় এবং রজ্জু দীর্ঘ হইলে যদি ঐ স্রব্য সেই কালের মধ্যে 'গ' হইতে 'ঘ' পর্যন্ত যাইতে থাকে এমত হয়, তবে 'খঙ' যত স্থান

'গঘ' তাহা হইতে অধিক স্থান ইহা স্পষ্ট দৃষ্ট হইতেছে। পরন্তু সমকালে অধিক স্থান যাওয়া বেগ অধিক না হইলে হয় না। অতএব রজ্জু দীর্ঘ করার বেগ বাড়ে ইহা অবশ্য স্বীকার করিতে হইল।

১।—কেন্দ্রবিমুখ-বলের কার্য্য নানা স্থলে দেখিতে পাওয়া যায়। বেগে দৌড়িতে দৌড়িতে যদি কাছাকাছেও পথের বক্রতা প্রযুক্ত বক্র হইয়া যাইতে হয়, তবে দেখিতে পাই তিনি সেই বক্রস্থলে

উপস্থিত হইলেই, পথের মধ্য দিবে, সরিয়া আইসেন। তাহা



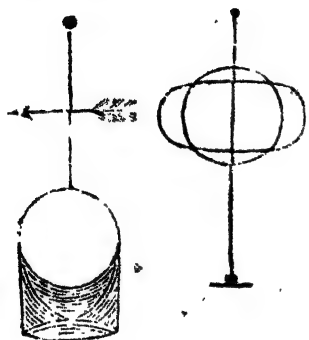
না আসিলে পথের বহির্ভূত হইয়া পাড়িবার সম্ভাবনা থাকে। 'কথগথ' মেন একটা বক্র পথ। ঐ পথে বেগে যাইতে হইলে 'ক' হইতে 'ঙ' পর্য্যন্ত এবং 'ঙ' হইতে 'ঘ' পর্য্যন্ত সমান রূপে যাওয়া যায়

না। 'ক' হইতে 'ঙ' পর্য্যন্ত বেগে চলিয়া গেলে 'ঙ' উত্তীর্ণ হইয়া বহির্ভূত 'জ' স্থানে পড়িতে হয়। এই জন্য 'কচঘ' রেখাক্রমে যাওয়া আবশ্যিক, এবং ঐ রেখাক্রমে যাইবার কালে 'খছগ' অভিমুখে ঝুঁকিয়া যাইতে হয়। আর বিবেচনা করিয়া দেখিলে ইহাও স্পষ্ট বোধ হইবে যে, এইরূপ গমন কালে যে দিকে ঝুঁকিয়া যাওয়া যায় সেই দিকে পাদেদর কনিষ্ঠাঙ্গুলিরদিক ও অপর দিকের পাদেদর মধ্যাঙ্গুলের দিক যেমন বলে ভ্রুতল স্পর্শ করে অপর ভাগ তেমন করে না। এইরূপে কেন্দ্র-বিমুখ-বলের বিপরীত কার্য্য করিয়া অনায়াসে বেগে যাওয়া যায়। শকটাদির এইরূপ করিয়া চলিবার সামর্থ্য্য নাই। সুবরাং তাহার যাইতে যাইতে প্রায়ই স্কর্কোশলে চালিত না হইলে ঐ সকল স্থলে স্থগিত হইয়া থাকে, অথবা পড়িয়া যায়।

২।—আবর্ত হইলে মধ্যস্থলের জল নিম্ন এবং পার্শ্বের জল উচ্চ হইয়া উঠে তাহারও কারণ কেন্দ্র-বিমুখ-বল। ইহা অতি সহজে পরীক্ষা করিয়া দেখা যায়। একটা গ্লাসে অর্দ্ধ গ্লাস পরিপূর্ণ জল রাখিয়া যদি সেই গ্লাসকে ছুই হাতে ঘর্ষণ দ্বারা বেগে ঘূর্ণিত করা যায়, তবে গ্লাসের মধ্যভাগের জল নিম্ন এবং পার্শ্বের জল উন্নত হইয়া উঠে। অধিক বেগে ঘুরাইলে জল উচ্ছৃঙ্খলিত হইয়া পড়ে।

৩।—জলপূর্ণ-ভাণ্ডের মুখে রজ্জু বন্ধন করিয়া যদি অতি বেগে

সেই ভাণ্ডকে ঘূর্ণিত করা যায়, তবে জল মন্তকের উপর দিয়া উল্টা-ইয়া আইসে, তথাপি কেন্দ্র-বিমুখ-বলের প্রভাবে ভাণ্ড হইতে নীচে পড়িয়া যায় না, নিম্নবর্তী প্রথম প্রতিকৃতি দেখিয়া ইহা সপ্রমাণ করিয়া লও।



৪।—বালকের। যে ফিঙ্গা লইয়া খেলা করে তাহার ঢিল যে নীচে পড়িয়া যায় না তাহারও এই কারণ।

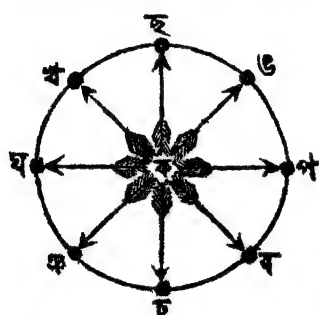
৫।—একটা তাল পত্রকে মুড়িয়া রুতাাকার করত যদি ঐ তাল পত্রের দুই স্থানে দুইটা ছিদ্র করিয়া একটা কাষ্ঠিক। পরিহিত করান যায়, এবং ঐরূপ করিয়া

কাঠির এক দিক ভূমি স্পর্শ করাইয়া অপর দিকে দুই হস্ত দ্বারা ঘর্ষণ করত উহাকে আতি বেগে ঘূর্ণিত করা যায়, তবে সেই রুত উদ্ধ এবং অধভাগে সঙ্কুচিত হইয়া ক্রমশঃ দুই পার্শ্বে স্ফীত হইয়া উঠিবে।

৬।—কোন জব্য জামিত হইলেই এইরূপ ঘটে। পৃথিবীও আপন ব্যাসের উপর বেগে অনবরত ভ্রমণ করিতেছে। সূত্রাৎ ইহারও অধাভাগ অধিক স্ফীত হইবার সম্ভাবনা, বাস্তবিক তাহাই হইয়াছে। পৃথিবীর নিরক্ষদেশ-বেষ্জন-কারী রক্তের বাস যত বড় ইহার উত্তর-মেরু-বেষ্জনকারী রক্তের বাস তত বড় নয়। নিরক্ষ রক্তের বাস প্রায় ২৩ ভূগোল মাইল অধিক।

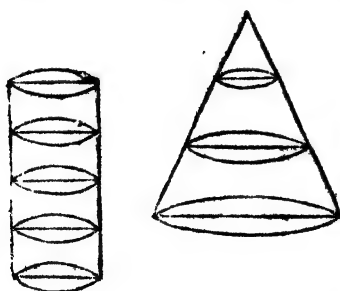
৭।—কেন্দ্রবিমুখ-বলের আর কতক গুলি উত্তম উদাহরণ আছে, অভিনিবেশ পূর্বক বুঝিলে তদ্বারা অনেক শিক্ষা প্রাপ্ত হওয়া যায়। কিন্তু গণিত শাস্ত্রে সমীচিন ব্যুৎপত্তি না থাকিলে ঐ গুলির বিশেষ তাৎপর্য বোধ হওয়া প্রকঠিন—অতএব এই স্থলে কেবল তাহাদিগের উল্লেখ মাত্র করা যাইতেছে।

যখন একখানি খালা বা অপর কোন সমতল ত্র্যাকৈ অঙ্গুলির
উর্ধ্বে স্থাপন করিয়া ঘূর্ণিত করা যায়, তখন ঐ ত্র্যাকৈ চক্র গতি
হইতে থাকে, কিন্তু উহার কেন্দ্রাভিমুখ বল কোণায় হঠাৎ তাহা
বুঝিতে পারা যায় না। অতএব ঐ স্থলে বিবেচনা করিতে হয় যে,
ঐ খালা খানি বহু পরমাণুর সমষ্টি। উহার মধ্যস্থলে, যথা পরবর্তী
প্রতিক্রিয়াতে 'ক'এর নীচে, অঙ্গুলি প্রদান করাতে উহা অঙ্গুলির



উপর স্থির হইয়া আছে, এবং বেগে
জামিত হওয়াতে উহার একটি পরমাণু
'ব' যেমন শরাভিমুখে বাইতে চেষ্টা
করিতেছে, অপর দিকের পরমাণু 'ক'
ও সেইরূপ বিপরীত দিকে বাইবার
চেষ্টা করাতে দুইয়ের কেহই ঘাইতে

পারে না। 'চ'য়ে 'হ'য়ে, 'ঙ'তে 'ঞ'তে এবং 'প'য়ে 'ব'য়েও এইরূপ
হইতেছে। সুতরাং ভিন্ন ভিন্ন পরমাণুর কেন্দ্র-বিমুখ-বলই একটি
কেন্দ্রা-ভিমুখ-বলের কার্যকারী হইতেছে।

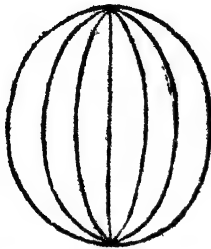


কতক গুলি বৃত্তকে উপর্য
পরি করিয়া বসাইলে একটি স্তম্ভ
হয়। সুতরাং যদি স্তম্ভাকার
কোন পদার্থকে উহার কেন্দ্রভেদী
কীলকের উপর ঘূর্ণিত করা যায়,
তবে ঐ কীলকের উপরে কোন
দিক হইতে টান পড়ে না।

নীচের বৃত্তের বড় তাহার উপরেরটী তদনেকা কিঞ্চিৎ ক্ষুদ্র

এইরূপ অনেক গুলি বৃত্তকে উপর্যুপরি সংস্থাপিত করিলে একটি বৃত্তস্থচী হয়। সুতরাং বৃত্ত-স্থচীরও পূর্বোক্ত গুণ থাকে। অর্থাৎ উহাকে ঘূর্ণিত করিলে সকল দিক হইতেই সমান আকর্ষণ হয়।

বৃত্তের ঘূর্ণনে বর্তুল উৎপন্ন হয়।



সুতরাং গোল পদার্থেরও এইগুণ থাকে।

অতএব ইহা দ্বারা এই সিদ্ধান্ত করা যা-

ইতে পারে যে, যে দ্রব্যকে ঘূর্ণিত করা

হায় উহা যে ব্যাসের উপরে নির্ভর করিয়া

খুরে যদি সেই ব্যাস হইতে দুই দিকের পরমাণু উভয় দিকে সম-
দূরবর্তী হয়, তাহা হইলে ব্যাসের উপর কোন দিকে টান পড়ে না।

কিন্তু যদি তাহা না হইয়া কোন এক দিকের একটি পরমাণু যে
বৃত্তে জমণ করে তাহার বিপরীত দিকের পরমাণু ঠিক সেই বৃত্তে

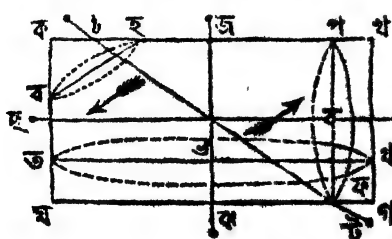
না খুরে তাহা হইলেই এক দিকের এক স্থানের কেন্দ্র-বিমুখ-বল

অধিক এবং অপর দিকের সেই বল অল্প হওয়াতে ব্যাসের উপর

আকর্ষণ হয়। তাদৃশ দ্রব্য কেবল অঙ্গুলির অগ্রভাগের উপরিস্থিত

হইয়াই ঘূর্ণিত হইতে পারে না। ইহা একটী প্রতিকৃতি দ্বারা

আরও স্পষ্ট করা যাইতেছে।



‘কথগম’ একটি ঘন-চতুর্কোণ

দ্রব্য। উহার একটি ব্যাস

‘চছ’ আর একটি ‘জঝ’ এবং

আর একটি ‘টঠ’। এক্ষণে

দেখা যাইতেছে যে, ‘চছ’ ব্যাস ধরিয়া ঐ দ্রব্যকে ঘুরাইলে ঐ

‘চছ’ এর দুই দিকে ‘প’ এবং ‘ক’ প্রভৃতি যত পরমাণু আছে

তাহারা ঐকরূপিক হইয়া ঘুরিবে। সুতরাং ‘পাক’ এর কেন্দ্র-বিমুখ বল ঠিক সমান এবং পরস্পর বিপরীত দিকে অবস্থিত হওয়াতে ‘চহ’ ব্যাসের ‘ব’ স্থানে কোন দিকে টান পড়িবে না। এইরূপে ‘চহ’ এর সর্বত্রই হইবে।

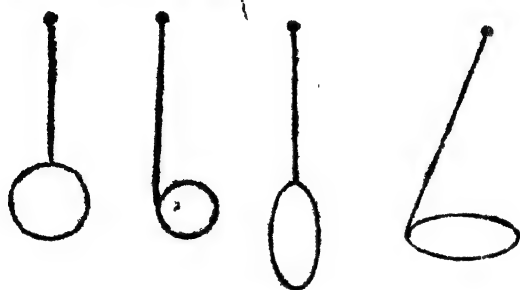
‘জবা’ ব্যাসের উপর ঘুরাইলেও ঠিক ঐরূপ ঘটিবে। অর্থাৎ ‘ত’ এবং ‘থ’ আদি সকল পরমাণু ‘জবা’ হইতে সমদূরবর্তী হওয়া প্রযুক্ত উহারাও ঐকরূপিক হইয়া ভ্রমণ করিবে। সুতরাং ঐ ‘জবা’ ব্যাসের ‘ভ’ আদি কোন স্থানেই কোন দিকে টান পড়িবে না।

কিন্তু ‘টঠ’ ব্যাসের উপর ঘুরাইতে গেলে এই প্রকার হইবে না, কারণ ‘হ’ ‘র’ প্রভৃতি দুই দিকের পরমাণু সমস্ত ‘টঠ’ হইতে সমদূরবর্তী নয়। সুতরাং ‘র’ এর কেন্দ্র-বিমুখ-বল যত হইবে ‘হ’ এর কদাপি তেমন হইতে পারিবে না। ঐ ব্যাসের ‘ট’ এর দিকে একরূপ কিন্তু ‘ঠ’ এর দিকে তাহার বিপরীত ঘটিবে। যে দিকে যে অতিমুখে অধিক টান পড়িবে তাহা দুইটা শর দ্বারা চিত্রিত করা গিয়াছে। শরের মুখ যে দিকে সেই দিকে আকর্ষণেব আধিক্য বুঝিতে হইবে।

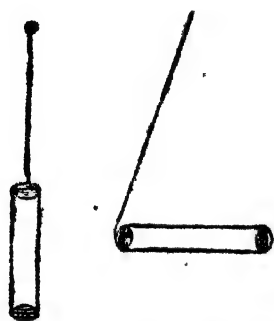
একণে ঐ শরাভিমুখ দুই বলের প্রকৃতি পরীক্ষা করিলেই বোধ হইবে যে, উহারা উভয়েই যাহাতে ‘টঠ’ ব্যাসকে ‘চহ’ প্রধান ব্যাসের সহিত মিলিত করিতে পারে এমত চেষ্টা পাইতেছে। ফলে তাহাই দেখা যায়, ‘টঠ’ ব্যাস ধরিয়া ত্রযাটাকে ঘুরাইতে গেলে যেমন দুই দিকে জোর পড়ে বোধ হয় ‘চহ’ ধরিয়া ঘুরাইলে কখনই তেমন বোধ হয় না।

অন্য প্রকার পরীক্ষা দ্বারাও এই কথা সপ্রমাণ করা যাইতে পারে। একটা অঙ্গুরীর এক পাশে সূত্র বন্ধ করিয়া ঝুলাইয়া ধর এবং ক্রমে ক্রমে ঐ সূত্রে পাক দিতে থাক। অঙ্গুরীরটা ঘুরিতে ঘুরিতে ক্রমে উন্নত হইয়া উঠিবে, অর্থাৎ পরপৃষ্ঠার প্রথম প্রতিষ্ঠাতে

যে রূপ আছে ঘুরাইলে উহা সে প্রকার না থাকিয়া দ্বিতীয় প্রতিকৃতির
অনুরূপ আকারে ঘুরিতে থাকিবে ।

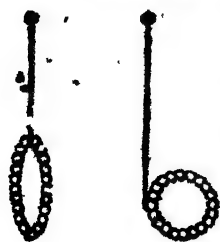


বৃত্তাভাস অঙ্গুরীর লইয়া পরীক্ষা করিলে যে প্রকার দৃষ্ট হয়
তাছাড়া উপরিস্থ অপর প্রতিকৃতি ঘুরে
স্পষ্ট বুঝা যাইতেছে ।



স্তম্ভ লইয়া উক্তরূপে পরীক্ষা করিলে
যে রূপ দেখা যায় তাছাড়া পার্শ্ববর্তী চিত্রে
প্রদর্শিত হইল ।

এক গাছি নিকল লইয়া পরীক্ষা করিয়া দেখিলে নিম্নস্থ প্রতি-
কৃতির অনুরূপ দৃষ্ট হইবে ।



বালকেরা এইরূপে নানা প্রকার করিয়া
ক্রীড়া করিয়া থাকে । তাছাড়া ইহার কারণ
অনুসন্ধান করিতে পারে না ; কিন্তু এই সকল
নৈসর্গিক শক্তির প্রকৃতি পরীক্ষায় তাহাদিগের
সমূহ আনন্দানুভব হয় ।

(সাপেক্ষ এবং নিরপেক্ষ গতি ।)

গতির দ্বিতীয় নিয়মের অন্তর্গত আর একটি কথা আছে । গতি বলিলে বস্তুর ‘স্থানান্তর হওয়া’ মাত্র বুঝায় । কিন্তু স্থানের নিরূপণ নাই । সুতরাং ‘স্থানান্তর হওয়া’ এই কথার অর্থ যদিও আপাততঃ সহজ বলিয়া বোধ হয়, কিন্তু বাস্তবিক ইহা তাদৃশ সহজ নহে ।

দেখ, কোন ব্যক্তি নৌকাজুত হইয়া বাইতে বাইতে যদি যে মুখে নৌকা বাইতেছে তাহার বিপরীত দিকে অর্থাৎ নৌকার অগ্রভাগ হইতে কর্ণধারের অভিমুখে গমন করেন এবং নৌকা যত বেগে এক দিকে বাইতেছে, তিনিও তাহার সমান বেগে অপর দিকে যান তবে ঐ ব্যক্তির স্থানান্তর হওয়া হইতেছে, এমন বলা যায় কি না, ইহা জিজ্ঞাস্য হইতে পারে । কারণ নৌকা যে সময়ে পাঁচ হাত পশ্চিম দিকে যায়, তিনিও যদি সেই সময়ে পাঁচ হাত পূর্বদিকে গমন করেন, তবে যে নদীর উপর তাঁহার নৌকা বাইতেছে, সেই নদীর সম্বন্ধে তাঁহার কিছু মাত্র স্থানান্তর হওয়া হয় নাই—পরন্তু নৌকা সম্বন্ধে তাঁহার স্থানান্তরতা ঘটিয়াছে । সুতরাং যদি নদীকে নিশ্চল জ্ঞান করা যায়, তবে বলা বাইতে পারে যে, ঐ ব্যক্তির গতি নৌকা সাপেক্ষ নয় । কিন্তু বাস্তবিক নদীও স্থির নয়—নদী যে পৃথিবীতে আছে, সে পৃথিবীও স্থির নয়—পৃথিবী যে কক্ষাতে সূর্য্যকে প্রদক্ষিণ করিতেছে, সে সূর্য্যও স্থির নয়—সুতরাং কোন অব্যয়ের গতি হইতেছে দেখিলেই যে, সে বাস্তবিক স্থানান্তরিত হইতেছে, এমন হঠাৎ বলা যায় না । তবে যে অব্যয়ের উপর যাহার গতি হইতেছে, সেই অব্যয়ের সম্বন্ধে অথবা অন্য কোন নির্দিষ্ট অব্যয়ের সম্বন্ধে স্থানান্তরতা ঘটিতেছে, এমন অবশ্য বলা বাইতে পারে । ইহারই নাম সাপেক্ষ গতি । অতএব আমরা সাপেক্ষ গতিরই উদাহরণ দেখিতে পাই, নিরপেক্ষ গতি আছে, ইহা অনুভব মাত্র করিতে পারি । এই অব্যাকী সচল বা

এঁটা অচল এমন কথা তাহাদিগের পরস্পর সাপেক্ষ গতিকেই লক্ষ্য করিয়া বলা গিয়া থাকে ।

(সাধারণ গতি ।)

এইক্ষণে বিবেচনা করিতে হইবে যে, কোন সচল দ্রব্যের উপর যে পদার্থ থাকে, তাহা ঐ দ্রব্যের উপর এক নিরূপিত স্থান লইয়া থাকিলেও বস্তুতঃ তাহার গতি আছে । না থাকিবেই কেন ? । কোন ছেঁড়পদার্থের গতি হইতেছে বলিলে তাহার কোন অংশ বিশেষেরও গতি হইতেছে, ইহা বলা যেমন বাজুলা, তেমনি সচল দ্রব্যের উপর যে অপর কোন দ্রব্য অবস্থিত হইয়া আছে, তাহাও ঐ দ্রব্যের সহিত সচল হইতেছে, ইহা বলাও অনাবশ্যক বোধ হয় । নৌকারূঢ় ব্যক্তির কি সেই নৌকার সহিত গতি হয় না ? যিনি গাড়ি চড়িয়া যাইতেছেন, তাহার শরীর কি গাড়ির সহিত স্থানান্তরিত হইতেছে না ?

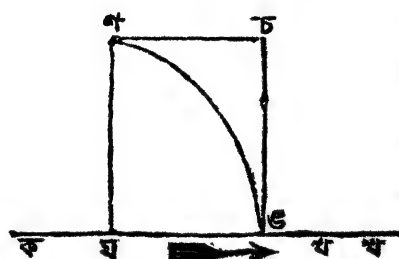
অতএব চলিত্ত দ্রব্যের উপর যে পদার্থ স্থির হইয়া থাকে, তাহারও বাস্তবিক গতি আছে । সেই গতির নাম সাধারণ-গতি । ইহার কার্য্য নানা স্থলে স্পষ্ট দেখিতে পাওয়া যায় । বিশেষতঃ তাদৃশ দ্রব্যের প্রতি অন্য কোন বল প্রযুক্ত হইলে তজ্জাত গতি এবং উহার যে সাধারণ গতি পূর্বে ছিল, এই উভয় গতিতে মিলিত হইয়া নিয়মানুসারে যে প্রকার গতি-কল অন্বে, তাহা দেখিরা কোথাও দোঁখাও অত্যন্ত চমৎকৃত হইতে হয় ।

নৌকার পাইল দিয়া বেগে যাওয়া যাইতেছে, এমন সময়ে সেই নৌকার মাঝে উঠিয়া যদি কেহ একটী গুটিকা ফেলিয়া দেয়, তবে ঐ গুটিকা, নৌকা নিশ্চল থাকিলে যেমন ঠিক নীচে মাঝলের গোড়ায় পড়িত, নৌকা সচল থাকাত্তেও ইহা আসিয়া অধিকল সেই স্থানেই পড়ে ।

বাষ্পীয় শকটে গমন করিতে করিতে যদি একটী চিল নীচে ফেলিয়া দেওয়া যায়, তাহা হইলে চিল পড়িতে পড়িতে গাড়ি চলিয়া যায় বটে, তথাপি চিলটা আমাদের ঠিক নীচেই ভূমি স্পর্শ করে।

নৌকায় যাইতে যাইতে যদি একটা গোলা লইয়া ঠিক উর্দ্ধে উৎক্ষিপ্ত করা যায়, তবে ঐ গোলা পুনর্ব্বার পতিত হইতে হইতে নৌকা অনেক দূর সরিয়া গেলেও গোলাটা ঠিক হাতেই আসিয়া পড়ে।

এইরূপ ঘটনার কারণ নিম্নবর্ত্তী প্রতিরূতি দ্বারা প্রকাশ করা যাই-



তেছে 'কথ' যেন একখানি নৌকা।

উহার মাস্তুল 'ঘগ' এর উর্দ্ধ হইতে

একটী কন্দুক নিক্ষিপ্ত হইয়াছে।

যদি 'গ' হইতে 'ঘ' পর্য্যন্ত পড়িতে

ঐ কন্দুকের যে কাল লাগে সেই সময়ে নৌকার গতি প্রযুক্ত মাস্তুল 'ঘগ' পূর্ব্ব স্থান হইতে সরিয়া 'ঙচ' স্থানে উপস্থিত হয়, তবে 'গ' হইতে যে কন্দুক নীচে আসিতেছে তাহার দুইটী গতি হইয়াছে ; একটী 'গ' হইতে 'চ' পর্য্যন্ত আর একটী 'গ' হইতে 'ঘ' পর্য্যন্ত। সুতরাং উভয় গতির সম্মাত্র ফল 'গঙ' রেখাক্রমে কন্দুকের পতি হইবে। এই জন্যই মাস্তুল বাস্তবিক সরিয়া গেলেও গুলিকা আসিয়া ঠিক মাস্তুলের নীচে পড়ে। বাষ্পীয় শকট হইতে যে জব্য উৎক্ষিপ্ত হয় তাহাতেও ঠিক এইরূপ ঘটে।

কলতঃ যে স্থলে সচল বস্তুর উপর হইতে কোন জব্য গতি প্রাপ্ত হয়, সেই স্থলেই এইরূপ হইয়া থাকে। যদি বল, তবে আমরা কোন উৎক্ষিপ্ত পদার্থের সেইরূপ বক্র গতি দেখিতে পাই না। ইহার কারণ কি ? তাহার কারণ এই, যদি উৎক্ষিপ্ত জব্য কদাপি আমাদের মস্তকোপরি না থাকিয়া কোন দিকে সরিয়া যাইত তাহা হইলেই

উহার বক্র গতি দেখিতে পাইতাম। কিন্তু উহার যে সাধারণ-গতি হয় তাহারই বশবর্তী হইয়া উহা আমাদেরিগের সঙ্গে সঙ্গেই আসিতে থাকে, এই জন্য উহার বক্রগতি দৃষ্টি গোচর হয় না। অর্থাৎ আমরা যেমন যাই উহাও আমাদেরিগের সহিত ঠিক সমান বাইতে থাকে, এই হেতু উহার বক্রগতি দৃষ্টি হয় না।

গমনশীল জ্রবোর উপর যে অন্য কোন জ্রব্য থাকে তাহারও যে ঐ জ্রবোর সহযোগে একটি গতি হয়, তাহার আর একপ্রকার উদাহরণ প্রদর্শিত হইতে পারে। দেখ, আমরা যদি সমধিক বেগে একটি চিল ছুড়িবার মানস করি, তবে যে দিকে ঐ চিল ছুড়িতে হইবে সেই দিকে কিঞ্চিৎ দৌড়িয়া যাই এবং দৌড়িতে দৌড়িতে চিল ছুড়ি, তাহা করাতে উক্ত চিল অধিক দূরে বাইয়া পড়ে। যদি এক স্থানে স্থির থাকিয়া সমান বলে চিল ছোড়া যায়, তাহাতে চিল কখনই তত দূরে বাইতে পারে না। আর যদি এক দিকে ধাবমান হইয়া তাহার বিপরীত মুখে চিলকে নিক্ষেপ করি, তাহা সমান বলে নিক্ষেপ করিলেও চিল অপেক্ষাকৃত অল্প দূরে বাইয়া পড়ে। ইহার কারণ এই দৌড়িতে দৌড়িতে ছুড়িলে চিল দুইটি গতি প্রাপ্ত হয়—একটি আমাদেরিগের শরীরের সহিত সাধারণ গতি, আর একটি আমাদেরিগের হস্ত-প্রদত্ত-বল-জনিত গতি। সুতরাং যদি চিলকে আমাদেরিগের গমনের অভিমুখেই নিক্ষেপ করা যায়, তবে সেই দুই গতি এক দিকে হওয়াতে চিল অধিক দূর যায়, যদি গমনের প্রতিকূল মুখে নিক্ষেপ করা যায়, তবে ঐ দুইটি গতির পরস্পর বিরোধ হইয়া একটিকে অপরাণী ক্রম করে।

গাড়ি যে মুখে চলিতেছে যদি সেই দিকে গাড়ির উপর হইতে শর নিক্ষেপ করা যায়, তবে শর যতদূর বাইবে, গমনের বিপরীত দিকে নিক্ষেপ করিলে কখনই ততদূর বাইবে না।

ট্যাটাওয়ারালাও এক প্রকার শল্যাক্স নিক্ষেপ করিয়া মৎস্যাদি বধ করে। যদি নৌকার কণের দিকে বসিয়া মৎস্যের প্রতি ট্যাটা

অতএব ‘ব’ স্থানে অবস্থিত স্রবোব ‘বচ’ অভিমুখে গতি ‘গ’ এর ‘গছ’ অভিমুখে গতি অপেক্ষা অধিক । সুতরাং যদি কোণ ত্রয্য ‘ব’ হইতে নীচে নিক্ষিপ্ত হয়, তবে উহা ‘গছ’ এবং ‘বগ’ এই দুই গতির অনুসারে না যাইয়া ‘বচ’ এবং ‘বগ’ এই দুই গতির অনুসারে চলে । সুতরাং ‘গ’ হইতে ‘ছ’ যত দূর তত দূরে না পড়িয়া উহা ‘ব’ হইতে ‘চ’ যত দূর ‘গ’ হইতে তত দূরে পতিত হয় । অর্থাৎ উহা ‘জ’ স্থানে পড়ে । ঐ “জ” “ছ” এর কিঞ্চিৎ পূর্ব দিকে হয় । অতএব বলা যাইতে পারে যে পৃথিবী অবশ্য পশ্চিম হইতে পূর্ব দিকে ভ্রমণ করিতেছে । নচেৎ কোন অধিক উক্ত স্থান হইতে ত্রয্যাদি নিক্ষেপ করিলে তাহারা কি হেতু ঠিক নীচে না পড়িয়া সর্বদাই কিঞ্চিৎ পূর্ব দিকে যাইয়া পড়ে ? ।

তৃতীয় অধ্যায় ।

[বেগ বল—দ্রুতি বলা—বেগ বল সংঘাত—হিত সাপেক্ষতা—ত্যাগ]

[প্রতিপত্তি—গতিব তৃতীয় নিয়ম ।]

কোন জড় পদার্থের প্রতি একটি বা তদধিক বল প্রযুক্ত হইলে ঐ পদার্থের গতি বেরূপ এবং যে অভিমুখে হয়, তাহা পূর্বাধ্যায় সমস্তে কথিত হইয়াছে । এক্ষণে প্রযুক্ত-বলের সহিত উক্ত গতির বেগের বেরূপ সম্বন্ধ হয়, তাহা কিঞ্চিৎ বর্ণিত হইবে ।

প্রথমতঃ ইহা বিবেচনা করা উচিত যে, বল প্রয়োগ করিলেই জড় পদার্থের গতি জন্মে । যে স্থলে বল প্রয়োগ করিয়াও গতি

কি উত্তর অধ্যায় দেখে এইরূপ পরীক্ষা করিলে দক্ষিণ পূর্ব কোণে এবং দক্ষিণ অধ্যায় দেখে পরীক্ষা করিলে, উত্তর পূর্ব কোণে গতি পাওয়া হইবে ।

জন্মাইতে না পারা যায়, তথায় অবশ্য কোন শক্তান্তর প্রতিবন্ধক হইয়াছে মানিতে হয়। আমরা ঠেলা দিয়া বুদ্ধাদিকে ফেলিয়া দিতে পারি না, আর কোন অধিক ভারী জব্যকেও টানিয়া তুলিতে পারি না। তাহার কারণ, আগাদিগেব যত বল, পৃথিবী ঐ ভারী জব্য সকলকে তাহা অপেক্ষা অধিক বলে আকর্ষণ করিয়া রাখে। যদি ঐ প্রতিকূল বল না থাকিত, তবে অবশ্যই আমরাদিগের বল কার্যকারী হইত।

কিন্তু জড় পদার্থের প্রতি যদিও বল প্রয়োগ করিলেই গতি জগ্নে তথাপি সমান বলে অসমান জব্যের কখন সমান বেগ জন্মিতে পারে না। যে বলে এক ছটাক পরিমিত জব্য ৪ হাত সরিয়া যায়, সেই বলে দুই ছটাক ভারী জব্য কখন ততদূর সরে না। সে দুই হাত মাত্র যায়। কারণ যে কোন জড় পদার্থ হউক না কেন, তাহাতে যত গুলি পরমাণু আছে, সেই পরমাণুগুলি এতোকৈ নিশ্চেষ্টতা গুণ সম্পন্ন। অতএব তাহাদিগের একটীকে সচল করিতে যত বলের আবশ্যক দুইটীকে সেই পরিমাণ বেগে সচল করিতে তাহার দ্বি-গুণ বলের প্রয়োজন হইবে। সুতরাং যে জব্য যত বহু পরমাণুর সমষ্টি হইবে তাহাকে তত অধিক বলে না সরাইলে সে কখন অল্প-পরমাণু-সমষ্টি-জব্যের সমান বেগবান হইবে না। দুই ছটাক ভারী যে জব্য তাহাতে এক ছটাক ভারী জব্য অপেক্ষা দ্বিগুণ অধিক পরমাণু আছে। অতএব উহাদিগকে সমবেগ প্রদান করিতে হইলে দুই ছটাক জব্যে এক ছটাক ভারী জব্যের অপেক্ষা দ্বিগুণ অধিক বল প্রয়োগ করা আবশ্যিক।

কলতঃ যখন কোন জব্য সচল হয়, তখন তাহার এতোক পরমাণুই সমান বেগে চলিতে থাকে, এইরূপ বিবেচনা করিয়া দেখিলেই বোধ হইবে যে, একটা পরমাণুর প্রতি যত বল প্রয়োগ করিলে উহার তাদৃশ বেগ হইত, ঐ জব্যে যতগুলি পরমাণু আছে, উহার প্রতি তাহার

তত গুণ বল প্রযুক্ত হইয়াছে। সুতরাং যখন কোন জবা বেগে আসিতে থাকে, তখন উহা কত বলে আসিতেছে নির্ণয় করিতে হইলে উহার ভারকে বেগের দ্বারা পূরণ করা আবশ্যিক। এইরূপে যে বল নির্ণীত হয়, তাহার নাম বেগ-বল। বস্তুতঃ এই বল বেগ দ্বারা অথবা, এমত বোধ করা কর্তব্য নহে। ঐ জবোর তাদৃশ বেগ যত বলে হইতে পারে, তাহারই নাম বেগ-বল। কামানের গোলা ক্ষীণ যায় বলিয়া তাহার বেগ-বল অধিক হয়, এরূপ বক্তব্য নহে। কামানের গোলার অধিক বল প্রযুক্ত হইয়াছে বলিয়াই উহা তেমন ক্ষীণ গমন করে, ইহাই বক্তব্য। বল বেগের কারণ, বেগ কদাপি বলের কারণ হইতে পারে না।

এই বিষয়টী আর এক প্রকারে বুঝিয়া দেখিলেও কিঞ্চিৎ অধিক স্পষ্ট হইতে পারে। কোন জবোর প্রতি সমান বেগে দুইটী গোলা নিক্ষেপ হইল। ঐ দুইটী গোলা উহাতে একেবারে একই স্থানে লাগিতে বেরূপ আঘাত হইল, যদি ঐ দুইটী গোলা মিলিয়া একটী হইয়া সেই বেগে আসিয়া লাগিত, তাহা হইলেও ঠিক সেই পরিমাণ আঘাত হইত। আঘাত-বলের কিছু হ্রাসতিরেক হইত না। অতএব বিলক্ষণ বোধ হইতেছে, কোন জবা যত ভারী এবং যত বেগবান হয়, তাহাতে তত অধিক বল থাকে।

যদি 'ব' দ্বারা বেগ-বল বুঝা যায়, এবং 'বে' অর্থে বেগ, আর 'ভা' অর্থে ভার হয়, তবে গণিতের সহজতায়ুসারে বলের এবং বেগ ও ভারের সম্বন্ধ এইরূপে প্রকাশিত হইতে পারে, যথা; $ব = বে \times ভা$ ।

অতএব যদি এমত জিজ্ঞাস্য হয় যে, ১ হুটাক ভারী কোন বস্তুর গুলি প্রতি সেকণ্ডে ৫০০ হাত যায়, আর ১ সের ভারী পাথর প্রতি সেকণ্ডে ৫ হাত যায়, এই দুইয়ের মধ্যে কাহার কত বেগ-বল বা কত কত বলে প্রযুক্ত হইয়াছে? তাহা হইলে অনায়াসে বলিতে পারা যায় যে, এ ১ হুটাক পরিমিত গুলির বল ৫০০×১ হুটাক = ৫০০ হুটাক।

আর ঐ প্রস্তরের বেগ-বল $1 \times 8 \times 8 \times 1 = 64$ ছটাক। সুতরাং প্রস্তর অপেক্ষা গুলিব বেগ-বল অধিক, অর্থাৎ গুলি অধিক বলে প্রযুক্ত হইয়াছে।

আবার যদি এমনত জিজ্ঞাসা হয়, যে দুইটা জব্বা আছে, তাহার মধ্যে একটি ১০ সের ভারী, এবং আর একটি ২ সের ভারী উভয়েরই প্রতি সমান বল প্রযুক্ত হইয়াছে। যদি সেই বলের দ্বারা ২ সের ভারী দ্রব্য প্রতি পলে ১০ হাত চলে, তবে ১০ সের ভারী দ্রব্যটি কত বেগে চলিবেক? এ স্থলে দুইটির প্রতি সমান বল প্রযুক্ত হইয়াছে, অর্থাৎ উভয়েরই বেগ-বল সমান। সুতরাং একের ভার এবং বেগের পারস্পর গুণ-ফল যাহা হইবে, অপরেরও ভার এবং বেগের গুণ-ফল তাহাও সমান হইবে। সুতরাং ১০ সের ভারী দ্রব্যটি সেই বলে দুই হাত মাত্র চলিতে পারিবে। *

যদি দ্রব্যটি আরও অধিক ভারী হয়, তবে উহার বেগ আরও অল্প হয়, ক্রমে উহা অত্যন্ত বৃহৎ হইলে উহার বেগ হয় কিনা, বুঝিতেই পারা যায় না। এইরূপ বিবেচনা করিয়া বাজিকরের। আপনাদিগের বক্ষে বা পৃষ্ঠে কোন এক ভার দ্রব্য রাখিয়া তাহার উপর প্রহার করিতে দেয়। যত বলে প্রহার করা যাউক না কেন, তাহাতে বাজিকরাদিগের বিশিষ্ট ক্রোশ হইবার কোন সম্ভাবনা নাই। উক্ত ঐন্দ্রজালিকেরা কখন কখন মৃত্তিকার কলসীকে উপুড় করিয়া বসাইয়া রাখে, এবং তাহার উপর একটি বৃহৎ মৃৎপিণ্ড রাখিয়া ঐ মৃৎপিণ্ডের উপর যথাসাধ্য বলে লগুড় প্রহার করিতে দেয়, তাহাতে কলসী ভাঙ্গে না।

যেমন, বল সমান থাকিয়া ভার অধিক হইলে বেগ অধিক হয় না,

* গণিতের সঙ্গে হান্সম্যান এইরূপ কথিয়া ফল স্থির হয় যথা—

সে ১০ সে ২ হা ১০০
১০ × ১০ = ১০০ হা ২ × ১০০ = ২০০ হা (অর্থাৎ ২ হাত যাইবে)।

ভেদনি বেগ অধিক হইলে অবশ্য ভীর লাঘব হয়। ঘোড়াকে গাড়িতে বুড়িয়া কক্ষাঘাত করিলে ঘোড়া যখন গাড়ি লইয়া দৌড়িয়া যায়, তখন গাড়ির উপরে যে যে জব্বা থাকে সকলই ঐ গাড়ির সহিত গমন করে। কিন্তু ঐ ঘোড়াকে গাড়িতে না বুড়িয়া যদি এক খানি অঙ্গ-ভীর উদ্ধায় বুড়িয়া দেওয়া যায়, তবে ঘোড়া সমান বলে টানিলেও লঘু-বস্ত-উদ্ধার বেগ অধিক হওয়াতে উহার উপরিস্থ যাবৎ জব্বা সকলই নীচে পড়িয়া যায়। বাম হস্তের তর্জনীর উপর একখানি মসৃণ তাম্র এবং সেই তাম্রের উপর একটি পয়সা বা টাকা রাখিয়া যদি ঐ তাম্রের এক পার্শ্বে খরতর আঘাত করা যায়, তবে তাম্র চলিয়া যায়, কিন্তু তাহার উপরিস্থিত পয়সা বা টাকা তর্জনীর অগ্রভাগেই স্থির হইয়া থাকে। যদি একখানি কাচের পরকলার উপর একটি বর্তুল সামান্য বেগে নিক্ষিপ্ত হয়, তাহা হইলে কাচের পরকলার চতুর্দিক কাটিয়া যায়, কিন্তু ঐ পরকলার উপর বস্কের গুলি বেগে আসিয়া লাগিলে পরকলা কাটে না; যেখানে গুলি লাগে, সেইখানে গোলা-কার ছিদ্র হয়। অত্যাছে, কোন কোন বীরপুরুষ এমন বেগে করবাল প্রয়োগ করিতে পারেন যে, কলাগাছ বা তাদৃশ কোন বৃক্ষকে ছেদন করিয়া অন্তর্নির্গত হইয়া গেলেও বৃক্ষের পতন হয় না। ইংরেজেরা বলেন, কোন কোন যুদ্ধে এমন ঘটিয়াছে যে, গড়ের দ্বারে খিল দেওয়া হয় নাই, দুর্গের কবাট ঠেকান মাত্র ছিল, কিন্তু সেই কবাটে কামানের গোলা লাগিয়া কবাট ছিন্ন হইয়া গিয়াছে, তথাপি খুলে নাই। চোরাবালি কিম্বা শুষ্ক পোকো পুতুরের উপর দিয়া মারিতে হইলে লোকে বেগে চিলিয়া যায়, বেগে না গেলে পা বসিয়া যাইবার সম্ভাবনা। কেবল মাত্র দাঁট ধরিয়া ছাতুড়ির বাঁটের গোড়া ঠুকিলেও দাঁটের অগ্রভাগ উহার মাথার দিকে প্রবিষ্ট হইয়া যায়। ইহাতে বোধ হয়, দাঁট যে বেগ পায় তাহা যেন উহার উপরে সন্নিবেশিত লৌহখণ্ডে সংক্রামিত করিতে পারে না। বালকেরা খোলা কুচি লইয়া

অধিক বলে পুষ্করিণীর জল-পৃষ্ঠে সমান্তরাল ভাবে নিক্ষেপ করিলে ঐ খোলা জল তেজ করিয়া চলিয়া যায়—ডুবিলার অবকাশ পায় না। অত্যাচার, কোন কোন ব্যক্তি জলে বুনা নারিকেল ভাসাইয়া দিয়া অস্ত্র দ্বারা সেই নারিকেল ছেদন করিতে পারেন। তাঁহাদিগের অস্ত্র এমত বেগে প্রযুক্ত হয় যে, ঐ নারিকেল মগ্ন না হইতে হইতেই ভিন্ন হইয়া পড়ে।

এইরূপ নানা উদাহরণ দর্শনে নিশ্চয় অনুভব হয়, যেমন দ্রব্যের ভার অধিক হইলে তাহার সর্বস্থলে অধিক বেগ পায় না, তেমনি বেগ অধিক হইলে বৃহদ্রব্যের সর্বস্থলে সেই বেগ সঞ্চারিত হইবার সময় পায় না, ফলতঃ বেগ-বলের মূল স্বরূপ এই যে, বল সমান থাকিয়া যত বেগের আধিক্য ভারের ততই অস্পত্তি হয়, আর যত ভারের আধিক্য বেগের ততই ন্যূনতা জন্মে।

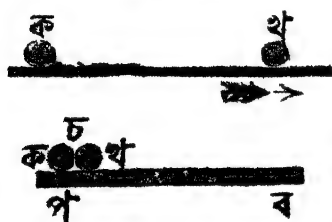
[নিমিত্ত বেগ ।]

কোন দ্রব্যের প্রতি সাফাৎ বল প্রয়োগ করাতে উহার গতির প্রকৃতি যেরূপ হয়, তাহা এক প্রকার কথিত হইল, এক্ষণে কোম বস্তু অন্য কোন সচল দ্রব্য কর্তৃক আহত হইলে উভয়ে কিরূপে গতিশীল হয় তাহা বর্ণিত হইবে।

যখন কোন দ্রব্য স্বয়ং আহত এবং স্রুতরাং গমন শীল হইয়া অন্য কোন দ্রব্যের প্রতি বাটীয়া আঘাত করে, তখন ঐ দ্বিতীয় দ্রব্যেরও গতি জন্মে। আর যে অভিযুখে প্রথমোক্ত দ্রব্যটি বাটীয়া আঘাত করে, দ্বিতীয়েরও সেই অভিযুখে গতি হয়। ছেলেরা তাঁঁটা খেলিবার সময় একটি তাঁঁটাকে আর একটি তাঁঁটা দিয়া মারে, তাহাতে আহত তাঁঁটাও বেগে ধাবিত হয়।

এক্ষণে জিজ্ঞাস্য এই যে, দ্বিতীয় তাঁঁটা কি প্রকারে বল প্রাপ্ত হইয়া সচল হয়? তাহার ঐ বল অবশ্য প্রথম তাঁঁটাটি হইতে প্রাপ্ত হইয়া থাকিবে, কিন্তু প্রথম তাঁঁটাও নিশ্চয়, স্রুতরাং আপনি অন্য

কাহার স্থানে যে বল পাইয়াছিল, দ্বিতীয় ভাঁটাকে তাহারই ক্রিয়ামংশ প্রদান করে, বলিতে হইবে। অতএব ইহা দ্বিতীয় ভাঁটাকে যত বল প্রদান করিবে উহার আপনার বল অবশ্য ঠিক ততই হ্রাস হইবে, ফলে তাহাই হয়। একটা ভাঁটা প্রথমে যত বেগে আইসে, আর একটীর সঙ্গে ঠোকা-ঠুকি হইলে উহাদিগের কাহারও বেগ প্রথম ভাঁটাতীর সমান হয় না। দুইটা ভাঁটাই প্রথমটীর অপেক্ষা অল্প বেগে চলে। পরন্তু বেগ হ্রাস হয় যত, কিন্তু দ্বিতীয়টা যত বেগে পায়, প্রথমটীর বেগ ততই হ্রাস হয়। বায়ুর ঘর্ষণের এবং পৃথিবীর মাধ্যাকর্ষণের প্রতিবন্ধকতা ছাড়িয়া দিয়া বিবেচনা করিলে লাভ লোকমান কিছুই হইতে পারে না। নিম্নবস্তী চিত্রে 'ক' নামক ভাঁটা



যাইয়া যেন 'খ' নামক অপর একটা ভাঁটাকে আঘাত করিতেছে, বোধ কর। এরূপ আঘাত করিতে 'খ' এরও 'ক'খ' অভিমুখে বেগ জন্মিল। যদি

'ক' 'খ' একেবারে সংলগ্ন হইয়া যার আর না ছাড়ে এমন হয়, তবে 'ক' এর যে বেগ ছিল 'ক' এবং 'খ' দুইয়ের সেই বেগ ভাগ করিয়া হইবে। সুতরাং 'ক'খ' মিলিত হইয়া পূর্বের ন্যায় বেগে চলিবে না। উহাদিগের মিলিত-বেগ কত হইবে নিশ্চয় করিতে হইলে, এইরূপ বিবেচনা করিতে হয় যে, 'ক'খ' কে 'ক' যত বেগে দিরাছে উহার আপনার অবশ্য তত বেগ হ্রাস হইয়াছে। কারণ 'ক' 'খ' উভয়েই জড়। সুতরাং তাহার। স্বয়ং স্ব স্ব বেগ হ্রাস বা বর্ধিত করিতে পারে না। অতএব 'খ' যে বেগ পাইল তাহা অবশ্য 'ক' এর বেগ না কমিলে পাশ নাই 'ক' যুক্ত 'খ' এর যে বল হইল, কেবল মাত্র 'ক' এরই সেই বল ছিল। 'ক' যুক্ত 'খ' এর বেগ জানা নাই, অতএব সেই অব্যক্ত বেগ যদি 'ক' নামক হয়,

যদি 'ক' এর পূর্বের বেগ 'বে' হয়, তবে 'ক' যুক্ত 'খ' এর বেগ-বল কেবল মাত্র 'ক' এর বেগ-বলের সমান, ইহা গণিতের সঙ্কেতানুসারে এইরূপে প্রকাশিত হইতে পারে। যথা:—

$$(k + x) \times a = v \times k$$

$$v \times k$$

$$(১) \text{ সুতরাং } a = \frac{\text{অর্থাৎ সচল বস্তুর বেগ-বল-}}{k+x}$$

সংখ্যাকে, সচল এবং অচল উভয় বস্তুর তার-সংখ্যার যোগ-ফল দ্বারা হরণ করিলেই মিলিত-বেগ জানা যায়। এক্ষণে যদি এমন প্রস্থ হয়, একটি ভাঁটা দুই ছটাক ভারী আর একটি তিন ছটাক ভারী। ৩ ছটাক ভারী ভাঁটা প্রতি পলে চারি হাত যায়। সে ঐ বেগে আসিয়া দুই ছটাক ভারী ভাঁটাকে আঘাত করিল এবং ঐ আঘাতের পর উহার উভয়ে মিলিত হইয়া চলিতে লাগিল, উহাদিগের

$$v \times k$$

মিলিত-বেগ কত হইবে। এখানে, $a =$ —এই সূত্র স্মরণ করিয়া

$$k+x$$

'বে' র পরিবর্তে ৪, 'ক' এর পরিবর্তে ৩ এবং 'খ' এর পরিবর্তে ২ রাখিয়া অঙ্ক করিলেই উত্তর হইবে। যথা,

$$a = \frac{8 \times 3}{2+3} = \frac{12}{5} = 2.4 \text{—অর্থাৎ মিলিত-বেগ}$$

দুই ও দুইবার পাঁচ ভাগ হস্ত পরিমিত হইবে।

যদি 'ক' এর গতি 'খ' এর অভিমুখে এবং 'খ' এর গতি 'ক' এর অভিমুখে হইতে থাকে এবং এমন সময়ে উভয়ের পরস্পর আঘাত হয়, তবে তাহার পর উহাদিগের মিলিত-বেগ কত হইবে নিম্নের

করণার্থে এইরূপ বিবেচনা করা আবশ্যিক। বোধ করা যাউক যেন 'ক'এর বেগ কিছু অধিক, তবে ঐ 'ক'এর এবং 'খ'এর পরস্পর আঘাতে হইবামাত্র 'খ' আপনার বল 'ক'কে দিবে। সেই বল 'ক'এর প্রতি-কূল হওয়াতে তদ্বারা 'ক'এর বেগ কিয়ৎপরিমাণে হ্রাস হইবে। তাহার পর 'ক'এর যে বল অতিরিক্ত আছে সেই বল ঐ 'ক' এবং 'খ' দুয়ে ভাগ করিয়া লইয়া একত্রে চলিতে থাকিবে। যদি 'ক'এর বেগ 'বে' আর 'খ'এর বেগ 'গ' হয়, আর দুইয়ের মিলিত বেগ অব্যক্ত 'অ' হয় তবে গণিতের সঙ্কেতানুসারে বেগ-বলের সাম্যাবস্থা এইরূপে প্রকাশিত হইবে। যথা,

$$বে \times ক - গ \times খ = অ \times (ক + খ)।$$

$$বে \times ক - গ \times খ$$

$$(২) \text{ সুতরাং } অ = \frac{\text{বে} \times ক - গ \times খ}{ক + খ} \text{ অর্থাৎ পরস্পর বিপরীত-}$$

মুখগামী উভয় সচল বস্তুর বেগ-বলের ব্যবকলন কলকে উভয়েব ভাব সমষ্টি দ্বারা হরণ করিলেই তাহাদিগের অব্যক্ত মিলিত-বেগ জানা যায়।

একদম যদি এমন প্রসঙ্গ হয় যে, চারি চটাক ভারী একটি গোলার বেগ ৪ হাত, আর দুই চটাক ভারী একটি গোলার বেগ ২ হাত তাহারা পরস্পর বিপরীত দিকে বাইতে বাইতে অন্যান্যের প্রতি আঘাত করিল উহাদিগের মিলিত-বেগ কত হইবে?। তাহার উত্তর এইরূপে করা যায়।

$$৪ \times ৪ - ২ \times ২ \quad ১২$$

$$অ = \frac{\text{বে} \times ক - গ \times খ}{ক + খ} = \frac{১২}{৪ + ২} = ২ \text{ অর্থাৎ দুই হাত মিলিত-বেগ হইবে।}$$

$$৪ + ২ \quad ৬$$

পরন্তু যদি ঐ কলক দুইটির গতি পরস্পর বিপরীত মুখে না হইয়া এক দিকেই হইতে ছিল এমন হয়, তবে উহাদিগের মিলিত-বেগ

নির্ধারণার্থে এইরূপ বিচার করা আবশ্যিক। 'ক'এর যত বেগ অধিক 'খ' তাহারই ক্রিয়াক্রান্তি লইবে, লইয়া উভয়ে সমান বেগে চলিবে, অতএব গণিতের সঙ্কেতানুসারে এইরূপে

$$বে \times ক + গ \times খ = অ (ক + গ),$$

$$বে \times ক + গ \times খ$$

$$(৩) \text{ সুতরাং } অ = \frac{\quad}{\quad}$$

$$ক + খ$$

যদি পূর্ব প্রাশ্নে আর সকল অঙ্গ সমান থাকিয়া কন্সক ঘরের গতি এক দিকে হইতেছে, এই মাত্র পরিবর্তিত হয়, তবে

$$৪ \times ৪ + ২ \times ২ \quad ২০ \quad ১$$

$$অ = \frac{\quad}{\quad} = \frac{\quad}{\quad} = ৩ \text{—অর্থাৎ}$$

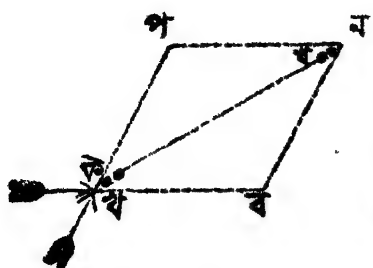
$$৪ + ২ \quad ৬ \quad ৩$$

৩ হাত এবং ৮ অঙ্গুলি মিলিত-বেগ হইবে।

এই কয়েকটা প্রশ্নের যেরূপ করিয়া উত্তর নিশ্চয় হইয়াছে তাহা অভিনিবেশ পূর্বক বিবেচনা করিলেই বোধ হইবে যে, বেগের লাভ লোকসান ঠিক সমান থাকিয়া যায়, অর্থাৎ প্রতিবারেই 'ক' কন্সকের বেগ যত হ্রাস হয়, 'খ'এর ঠিক ততই বাড়ে। ফলতঃ ইহা জড় পদার্থের নিশ্চেষ্টতা গুণেরই ফল।

(বেগ-বল-সংঘাত)

যখন দুই কন্সক এক সরল-রেখাক্রমে আসিয়া আঘাতের প্রতি আঘাত করে, তখন তাহাদিগের মিলিত-বেগ পূর্বোক্ত প্রকারে নির্ণীত হইতে পারে। কিন্তু যখন তাহাদিগের গতি ঠিক এক দিকে বা পরস্পর বিপরীত দিকে না হইয়া কোণাকোণি হয় তখন মিলিত-বেগ নিশ্চয় করিতে হইলে গতিসংঘাতের নিয়ম অবলম্বন করা আবশ্যিক।



পাদ্যবর্তী চিত্রে 'ক' এবং 'খ' দুইটি ভাঁটা দুই চিত্রিত পরাভিমুখে আলিয়া পরস্পর আহত হইয়া মিলিত হইল। উহাদিগের মিলিত-বেগ অবধারণার্থে 'কখ' এবং 'খব' দুইটি রেখা উহাদিগের পরস্পরের বেগা-

ভিমুখে টানা গেল। পরে 'ক'এর ভার সংখ্যাকে উহার বেগ পরিমাণ দ্বারা গুণ করিয়া যত হইল, গজ দিয়া, 'কব' কে তত ইঞ্চি পরিমাণ করা গেল, আর 'খ'এর ভার পরিমাণকে উহার বেগ দ্বারা গুণ করিয়া যত হইল 'খপ' কে উক্ত গজ দিয়া তত ইঞ্চি মাপিয়া লওয়া গেল। তাহার পর 'ব' হইতে 'বন'কে কখ রেখার সমান্তরাল করিয়া আর 'প' হইতে 'পন'কে 'খব'এর সমান্তরাল করিয়া। টানিলেই 'কপ-নব' একটি সমান্তরাল-চতুর্ভুজ হইল। উহার কর্ণ রেখা 'কন' যত ইঞ্চি হইবে তাহাকে 'ক' এবং 'খ' উভয়ের ভার সংখ্যার যোগফলের দ্বারা ভরন করিলেই মিলিত-বেগ কত, জানা যাইবে।

(স্থিতি-স্থাপকতা)

যদি জড় পদার্থের স্থিতি-স্থাপকতা গুণ না থাকিত তাহা হইলে পূর্বে বাহা বাহা কথিত হইল, তদ্বারাই বেগ বলের সংঘাত ঘেঁরপ হয়, তাহা সমাক্ষ একাধারেই বোধ হইতে পারিত। কিন্তু দেখিতে পাওয়া যায় দুইটি স্বেদ্যের পরস্পর আঘাত হইলে প্রায় কখনই তাহার দুইটিতে একত্র হইয়া মিলিত-বেগ সহকারে গমন করে না। একটি ভাঁটা লইয়া আর একটিকে মারিলে আহত-ভাঁটা বেগে চলিয়া যায়, যেটা দ্বারা আঘাত করা যায় সে, হরত স্থির হইয়া থাকে, সত্বে বা অরণ্য পশ্চাদ্ভর্তী হয়। এইরূপ হইবার কারণ ভাঁটা দ্বয়ের স্থিতি-স্থাপকতা গুণ।

এই বিষয়টী সম্পূর্ণরূপে হৃদয়ত করিবার নিমিত্ত প্রথমতঃ বিবেচনা করা কর্তব্য যে, কোন জরী সম্পূর্ণরূপে স্থিতি-স্থাপক গুণোপেত হইলে, ঐ জরী যত বলে আকৃষ্টিত বা প্রসারিত হয়, পুনর্বার তত বলেই আপনীর পূর্বাকৃতি এবং প্রকৃতাবয়ব গ্রহণ করে। কাচ, রবর, হস্তিদন্ত প্রভৃতি কতকগুলি জরী প্রায় সর্বতোভাবে স্থিতি-স্থাপক। অতএব যদি উহাদিগের কাছাতেও নির্মিত কোন দুইটী জরী পরস্পর স্পর্শ করে, তবে তাহারা আঘাত-বলে কিঞ্চিৎ কিঞ্চিৎ চেপ্টা হইয়া যায়। কিন্তু তৎপর-ক্ষেণেই পুনর্বার উহারা স্ব স্ব প্রকৃতাবয়ব গ্রহণ করে। নিম্নবর্তী চিত্রে ‘ক’ নামক একটি কাচ নির্মিত কল্লুক। ‘গঘ’ একটি কঠিন সম-ধরাতল। ঐ সম-ধরাতলের উপর কালী আঁকন করিয়া ‘ক’

ক খ কল্লুককে কিঞ্চিৎ উচ্চ হইতে নি-
 ক্ষেপ করিলে ‘ক’ প্রতিহত হইয়া
 চ লাকাইয়া উঠে। সেই সময় ‘ক’কে
 গ ঘ লইয়া দেখিলেই বোধ হইবে যে,

উহার গায়ে অনেক দূর ব্যাশিষ্ট। কালীর দাগ লাগিয়া রহিয়াছে। বস্তুতঃ ‘ক’ বর্তুল (‘গোল’) ‘গঘ’ সমধরাতল, সুতরাং ‘ক’ প্রকৃতাবয়ব থাকিলে কদাপি উহার অধিক ভাগ ‘গঘ’কে স্পর্শ করিতে পারে না। তবে ঐরূপ কালীর দাগ কি জন্ম লাগে?। সুতরাং বলিতে হইবে যে ‘ক’ ‘গঘ’এর উপর বেগে পড়িয়া সেই আঘাতে চেপ্টা হইয়া ‘খ’এর মায় হয়। কিন্তু স্বয়ং স্থিতি-স্থাপক বলিয়া যে ভাগটী চেপ্টা হইয়া গিয়াছিল, তাহাই পুনর্বার গোল হইয়া উঠে। বস্তুতঃ, এই জন্মাই ঐ জরীটী লাকাইয়া উঠে। যদি উহা স্থিতি-স্থাপক না হইত তবে ‘গঘ’ এর উপর পড়িয়া চেপ্টা হইয়া তাহাতেই

নাগিয়া থাকিত। যেমন কোন কৰ্মন নির্মিত 'চ' নামক কল্লুরের
প্রতিরূপ দৃষ্ট হইতেছে।

এইরূপে স্থিতি-স্থাপক ত্রয়ের বেগ-বল-সংঘাত কি প্রকারে হয়
তাহা বিবেচনা করা যাইতেছে। পার্শ্বস্থিত চিত্রে 'ক' এবং 'খ'
দুইটা সমস্তার কাচ বর্তুল। যদি 'ক' ঘাইয়া 'খ' নামক বর্তুলে

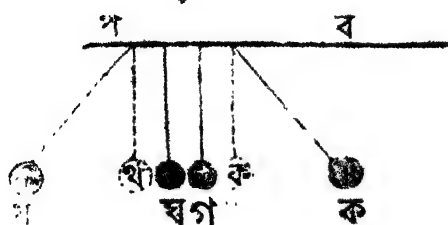


আঘাত করে, তবে আঘাত
মাত্র 'ক' এবং 'খ' উভয়েরই
আহত ভাগ চেন্টা হইয়া
যায়, আর 'ক' এর একসার

যে বেগ ছিল 'খ' তাহার অর্দ্ধাংশ প্রাপ্ত হয়। কিন্তু 'ক' যত বলে
'খ' এর উপর আঘাত করে 'খ' আবার তত বলেরই আপনার প্রকৃতা-
বয়ব ধারণার্থ 'ক' কে ঠেলিয়া পশ্চাৎপূর্তী করিয়া দেয়। সুতরাং 'ক'
এর যে পূর্ব বেগের অর্দ্ধেক ছিল আর তাহাও থাকে না। পরন্তু
'ক' এরও আহত ভাগ চেন্টা হইয়াছিল। অতএব সেও আপনার
প্রকৃতা-বয়ব ধারণার্থ 'খ' কে ঠেলিয়া দেয়। তাহাতে যে বলে 'ক'
চেন্টা হইয়াছিল 'খ' আবার সেই বল পায়, অর্থাৎ 'ক' এর অর্দ্ধেক
বল পায়। এইরূপে 'খ' 'ক' এর সমুদায় বলই পায়। 'ক' এর আর
কিছুমাত্র বল থাকে না। এই ছেতু 'খ' 'ক' এর সমান বেগে দাবদান
হয়, 'ক' দেখানে 'খ' কে আঘাত করে সেই স্থানেই স্থির থাকে;
সম্পূর্ণ স্থিতি-স্থাপক ত্রয়ের পরস্পর আঘাত হইলে বেগ-বল-সংঘা-
তের নিয়ম এইরূপ হয়।

এই বিষয় অতি সহজেই পরীক্ষা করিয়া লওয়া যায়। ছেলেরা
যে সকল মার্বেলের কুড় কুড় তাঁটা লইয়া খেলা করে তাহা লইয়া
অর্থের কাচের বা হস্তিস্থের কিম্বা গালায় তাঁটা নির্মাণ করাউর।
এই তাঁটা গুলির ভিতর হস্ত করিয়া এক একটীতে এক একটা কুড়

পরিহিত করাইতে হয়, এবং সেই সূত্রগুলিকে সমান দীর্ঘ করিয়া এক খানি বাখারিতে পর পর বান্ধিয়া ঝুলাইতে হয়। তাহাতে নিম্ন-বর্তী প্রতিরূপে যেমত দেখাইতেছে সেই প্রকার দেখায়।



যদি উহাদিগেও একটা 'ক' নামক কন্ডুককে এক পার্শ্বে টানিয়া আনিয়া ছাড়িয়া দেওয়া যায়, তবে 'ক' ঘাইয়া 'গ' কে আ-

ঘাত করে। 'গ' 'ক' এর সমুদায় বল পাায়, পাইয়া সেই সমুদায় বল 'ঘ' কে প্রদান করে। 'ঘ-ও আপন বল সমুদায় 'ঙ'-কে দেয়। সুতরাং 'গ' 'ঘ' কিছুমাত্র স্ব স্ব স্থান হইতে চলিত হয় না। কিন্তু 'ক' যত বেগে যত উচ্চ হইতে আসিয়া 'গ' কে আঘাত করিয়াছিল, 'ঘ' ঠিক তত বেগে তত উচ্চ পর্য্যন্ত উঠিয়া যায়। ইহার কারণ অনুসন্ধান করিয়া দেখিলেই বোধ হইবে যে 'ক' প্রথমতঃ বেগে ঘাইয়া 'গ' কে আপনার অর্ধেক বেগ প্রদান করিয়া আবার স্বয়ং প্রকৃতভাবেই প্রহণার্থ পুনর্ব্বার তত বল দেয়। তাহাতে 'গ' 'ক' এর সমান বল পাায়। আর 'গ' আপনি আপনার প্রকৃতভাবেই প্রহণার্থ 'ক' কে উহার বলের বিপরীত দিকে প্রতিহত করে। ইহাতে 'ক' এর বল সমুদায় যায়। 'গ' উহার সমুদায় বলে 'ঘ' কে আঘাত করে, তাহাতে 'গ' যে 'ক' যে বেরূপ হইয়াছিল, 'ঘ' যে 'গ' রেরও ঠিক সেইরূপ হয়। সারি-শেষে 'ঘ' যে বেগ পাায়, তাহা আর কাহাকেও প্রদান করিতে পারে না—সুতরাং উহা বেগে উঠিয়া যায়।

এই পরীক্ষার আর একটা চমৎকার-জনক ব্যাপার দৃষ্ট হয় যে, 'গ' কে অথবা 'ঘ' কে যদি স্থির করিয়া ধরিতা রাখা যায়, তাহা হইলেও 'ক'-এর বল 'ঘ' যে কার্য্যকারী হইয়া থাকে। অর্থাৎ 'পা' (Pa)

বাণারী লইয়া কোন প্রাচীরে প্রেক্ষ করিয়া সেই প্রেক্ষের উপর সংস্থিত কর, এবং 'ঘ' অথবা 'গ' কে সেই প্রাচীরে টিপিয়া ধর। ধরিয়া 'ক' কে পূর্ববৎ উত্তোলন করিয়া ছাড়িয়া দেও, তাহাতেও 'ক' আসিয়া 'গ' এর উপর আঘাত করিলে সেই আঘাত-বলে 'খ' দূরে পরাঘত হইবে।

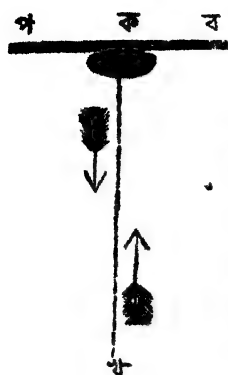
ইহার কারণ অনুসন্ধান করিয়া দেখিতে হইলে পূর্ব বেগ-বলের প্রকৃতি যেমন কথিত হইয়াছে, তাহা স্মরণ করা আবশ্যিক। অর্থাৎ ভার অধিক হইলে বেগ অল্প লাগে, কিন্তু ভার অল্প হইলে অধিক বেগ প্রাপ্ত হওয়া যায়। যেমন পূর্বে বলা গিয়াছে, ছাড়ুড়ির গোড়া ঠুকিলে তাহার বাঁকা বাহির হয়, সেইরূপ গোলার এক দিকে বল প্রয়োগ হইলে ঠিক তাহার বিপরীত দিকে ঐ বলের কার্য হয়, উহার উপরে যতই বেশ চাপ থাকুক না, তাহা দ্বারা বলের হ্রাস কিছুই হইতে পারে না।

আঘাত প্রতিঘাত।

যে সকল দ্রব্য সম্পূর্ণ স্থিতি-স্থাপক, তাহাদিগের প্রকৃতি এইরূপ। কিন্তু কোন দ্রব্যই সম্পূর্ণ স্থিতি-স্থাপক বা সর্বতোভাবে ঐ গুণবিহীন হয় না। কলতঃ যে যেমন স্থিতি-স্থাপক তাহাতে এইরূপ প্রতিঘাত-ক্রিয়া তেমন অল্প বা অধিক দেখিতে পাওয়া যায়।

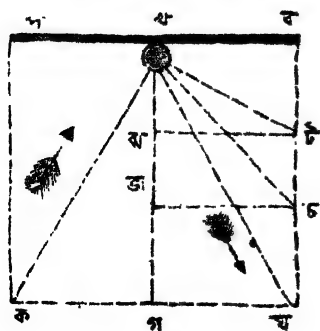
যখন কোন অল্প স্থিতি-স্থাপক দ্রব্য কোন কঠিন দ্রব্যতলের উপর আঘাত হয়, তখন ঐ দ্রব্যটি দ্রুততঃ সংলগ্ন হইয়া থাকে। দ্রব্যতল অতি বৃহৎ বা তরলী হইলে পুঙ্খভাঃ উহার গতি অন্তিতে পারে না। কাদার, তাল, সোঁবরের, তাল, ঘরের ওলি ইত্যাদি বহু-বিধ দ্রব্য লইয়া প্রাচীরের উপর নিক্ষেপ করিলে এইরূপ হইয়া থাকে। কিন্তু উহা কোন স্থিতি-স্থাপক দ্রব্য হইলে পুনর্বার প্রতিঘত হইয়া আসিলে।

পরপৃষ্ঠার প্রথম চিত্রে 'ক' নামক কোন অধিক স্থিতি-



স্থাপক কন্ডুক 'পব' ধরাভালের উপর বেগে নিক্ষেপ হওয়াতে প্রথমতঃ ধরাভালে লাগিয়া চেপ্টা হইয়াছে, কিন্তু পরক্ষণেই যে বলে ঐ রূপ চেপ্টা হইয়াছিল, পুনর্বার সেই বলে প্রকৃত অবস্থায় প্রত্যুৎপন্ন করিতে পূর্বে যে লম্ব রেখায় নিক্ষেপ হইয়াছিল, সেই রেখাক্রমেই ফিরিয়া আসিতেছে। এই স্থলে কন্ডুকটা যত বলে যত দূর দূরিতে গিয়াছিল, ঠিক তত বলে পুনর্বার তত দূরেই আসিবে। রব্বরের গোলা লইয়া ছেলেরা এইরূপ ক্রীড়া করে। তাহার ঐ গোলা লইয়া বল পূর্বক প্রাচীরাদিতে আঘাত করে, এবং যেমন গোলা প্রতিহত হইয়া আইসে, অমনি আবার হাতে করিয়া লুকিয়া লয়। কিন্তু কন্ডুকটা যদি সম্পূর্ণ স্থিতি-স্থাপক না হয়, তবে এইরূপ ঘটে না। উহাকে যত বলে নিক্ষেপ করা যায়, উহা উৎক্লিষ্ট হইয়া তাহা অপেক্ষা অল্প বলে আইসে। বালকেরা কাপড়ের ছুটি পাকাইয়া ভূমিতে নিক্ষেপ করিয়া যে ক্রীড়া করে, তাহাতে এই ভাব দৃষ্ট হয়।

কন্ডুকাদি লম্বরেখাক্রমে ভূমিতে আঘাত করিলে এইরূপ ঘটে। কিন্তু যদি আঘাত বক্র রেখায় হয়, তবে উহার গতি এরূপ হইবে না, সে স্থলে গতি-বিভাগের নিয়মানুসারে বিবেচনা করা আবশ্যিক।



সেই নিয়মানুসারে বিবেচনা করিয়া বোধ হইতেছে যে, পার্শ্ববর্তী চিত্রে যখন 'খ' নামক কোল স্থিতিস্থাপকগুণ বিশিষ্ট কন্ডুক 'কখ' রেখাক্রমে বাইরা 'পব' ধরাভালে আঘাত করে, তখন উহার ঐ 'কখ' গতিকে বিভাগ করিয়া, 'কপ' 'কগ' অথবা 'পখ' এবং 'পগ'

এই দুইটি গতি বাহির করিতে পারা যায়। ইহার মধ্যে ‘পথ’ গতি ধ্রুতালের অনুক্রমে হয় বলিয়া উহার কোন পরিবর্তন ঘটে না, কিন্তু ‘গত’ গতি পরিবর্তিত হইয়া ‘খগ’ হইয়া উঠে, সুতরাং ‘খব’ যদি ‘পথ’ এর সমান হয়, তবে সেই একটা গতি এবং ‘খগ’ একটা গতি এই দুইটি গতি উপস্থিত হয়, সুতরাং ঐ দুয়ের সম্ভাব্য ফল যে, ‘খঘ তাহাই খ’ এর প্রত্যাবর্তন-পথ হইয়া উঠে। এক্ষণে দেখা যাইতেছে যে, ‘কখগ’ ত্রিভুজটি ‘খখগ’ ত্রিভুজের সর্বসমভাবে সমান, সুতরাং ‘খখগ’ কোণ ‘কখগ’ কোণের সমান হইবে। ইহার মধ্যে ‘কখগ’ নামক কোনটিকে আঘাত-কোণ আর ‘খখগ’ কোনটিকে প্রতিঘাত-কোণ বলা যায়। সুতরাং সম্পূর্ণ-স্থিতি-স্থাপক ত্রয়ের পরস্পর আঘাত বক্ররেখায় হইলে আঘাত-কোণ প্রতিঘাত-কোণের সমান হয়, ইহা নিশ্চিত হইল।

পরন্তু যদি ত্রয়টি সম্পূর্ণ স্থিতি-স্থাপক না হয়, তাহা হইলে এই রূপ হইতে পারে না। সেই স্থলে ‘খব’ বল সমান থাকে, কিন্তু ‘খগ’ বল স্থিতি স্থাপকতার অনুসারে ভিন্ন হয়। যদি ঐ বল ‘খজ’ রেখার অনুরূপ হয় তবে, ‘খব’ এবং ‘খজ’ এই দুই বলের সম্ভাব্যে ‘খচ’ গতি-ফল প্রাপ্ত হওয়া যায়। এই স্থলে ‘কখচ’ কোণ ‘গখঘ’ কোণ অপেক্ষা বড় সুতরাং বলা যাইতে পারে অসম্পূর্ণ-স্থিতি-স্থাপক ত্রয়ের প্রতিঘাত-কোণ বড় হয়—ফলতঃ ত্রয়টি যত অল্প স্থিতি-স্থাপক হইবে ততই ঐ কোণ বড় হইবে। কারণ ‘খব’ সমান থাকিয়া ‘খজ’ ছোট হইলেই কোণ বড় হইবে, যেমন ‘কখচ’ কোণ স্পষ্টই দেখা যাইতেছে।

(গতির তৃতীয় নিয়ম ।)

এই অধ্যায়ে বাহা বাহা কথিত হইল, তাহা সমুদায় স্মরণ করিলেই গতির তৃতীয় নিয়মের প্রকৃতি বোধগম্য হয়। সে নিয়ম এই। যখন একটা ত্রয় আর একটিকে আঘাত করে, তখন আহত

পদার্থও উছাকে প্রতিঘাত করিয়া থাকে—আর আঘাত-বল এবং প্রতিঘাত-বল সমান ও পরস্পর বিপরীত মুখে কার্য্যকারী হয়।

দ্রব্য যাত্রের সামান্যত্ব ও গতি সকলই এই আঘাত প্রতিঘাতের কার্য্য। যখন কোন দ্রব্য স্থির হইয়া আছে তখনও সে পৃথিবীর মাধ্যাকর্ষণ বলে নিরন্তর তাহার মধ্যাভিমুখে বাইবার চেষ্টা করে। কিন্তু ঐ দ্রব্য যে আশাবের উপর আছে, সেই আশাবের প্রতিঘাত বশতঃ নামিয়া যাইতে পারে না। যখন একখান জাহাজ জলে ভাসমান হইয়া থাকে, তখন সেই জাহাজ জল ভেদ করিয়া পৃথিবীর কেন্দ্রস্থলে বাইবার চেষ্টা করে, কিন্তু জলের প্রতিঘাত বশতঃ তাহার গমন নিবারিত হয়। যখন কোন পক্ষী আপনার পক্ষ বিস্তৃত করিয়া বায়ুর উপর স্থির হইয়া থাকে, তখন বায়ুর প্রতিঘাত প্রযুক্তই উছার নিম্নে পতন হয় না। পরন্তু যদি কোন দ্রব্য অধিক বলে পৃথিবীর উপর আহত হয় তবে, পৃথিবীও সেই দ্রব্যের প্রতি তাড়ন বলে প্রতিঘাত করে, সুতরাং উছা যত বলে আঘাত করিয়াছিল, পুনর্ব্বার তত বলেই উন্নত হইয়া উঠে। পাখী যদি বায়ুব উপর পক্ষের আঘাত করে তাহা হইলে বায়ুও ঐ পক্ষে তাড়ন বলে প্রতিঘাত করে, সুতরাং সে ক্রমে ক্রমে উঠে উঠে। সাঁতার দিবার সময় জল টানিলে জলও আমাদিগকে টানিতে থাকে, তাহাতেই আমরা জলে অগ্রবর্ত্তী হইতে পারি; যখন পথে চলিয়া বাই তখন পায়েদের দ্বারা পৃথিবীকে আঘাত করি, পৃথিবীও আমাদিগকে প্রতিঘাত করে, যদি আমরা পৃথিবীর দ্বারা ঐ প্রতিঘাত প্রাপ্ত না হইতাম তবে, কোন প্রকারেই এক স্থান হইতে অন্য স্থানে যাইতে পারিতাম না। জলে বা বায়ুতে যেমন চলিয়া বেড়াইতে পারা যায় না, পৃথিবীর উপরেও সেইরূপ হইত। কলতঃ যদি কোন প্রাণীকে সর্ব্বতোভাবে নিরবলম্ব করিয়া শূন্যে সংস্থাপিত করিতে পারা যাইত, তবে ঐ প্রাণী স্ব-ইচ্ছার এক তিলাঙ্ক স্থান ও কোম দিকে সরিতে

পারিত না। কারণ উহা আপন শরীরের কোন এক ভাগকে অগ্র-বর্তী করিবার চেষ্টা করিলেই উহার শরীরের অপরাপর ভাগ সমস্ত ঐ বলে প্রতিহত হইয়া প্রত্যাবর্তিত হইত। তাহাতে ঐ প্রাণী কোন ক্রমেই অগ্রসর হইতে চলিত না। অতএব এমন বলা বাইতে পাবে যে, যেমন এই ভগ্নতে কোন একটা নূতন পরমাণু দৃষ্ট হয় না—আর যাহারা দৃষ্ট হইয়াছে, তাহাদিগের একটাও বিনষ্ট হয় না, তেমনি ইহাতে কিকিছাদি বস্তু নূতন উদ্ভূত হয় না, আর যে বস্তু আছে, তাহার কিছু মাত্র হ্রাস হইতে পারে না। যখন আমরা কোন এক দিকে চলিয়া বাই, তখন পৃথিবীকে যেন তাহার বিপরীত দিকে সরাইয়া দেই, আর যখন আমাদের সেই গতি স্থগিত হয়, তখন পৃথিবী হইতে যে প্রতিঘাত-বল লইয়া চলিতে ছিলাম তাহাই আবার পৃথিবীতে প্রত্যর্পিত হয়। অতএব এই পৃথিবী যেমন সর্ব প্রকার পরমাণুর আধার, তেমনি ইহা সকল বলেরও আধার। যেমন পৃথিবীতে নানাবিধ পরমাণু সকল সংহত হইয়া সকল জড়পদার্থই উৎপন্ন হয়, আবার বিলুপ্ত হইয়া এই পৃথিবীতেই যার, সেইরূপ সকল বলই পৃথিবী হইতে গ্রহণ করা যায়, আবার পৃথিবীতেই প্রত্যর্পিত করিতে হয়।

এই বিষয়োপলক্ষে আর একটা কথা বিবেচ্য আছে, অর্থাৎ এখানে এমনতর জিজ্ঞাসা হইতে পারে যে, যদি সর্ব স্থলেই আঘাত প্রতিঘাত সমান এবং পরস্পর বিপরীত দিকে কার্য্য-কারী হয় এমনতর বলা যায়, তবে উভয় দিকে সমান বল কার্য্যকারী হওয়াতে বস্তু যাত্রের সর্বত্র সামান্যতাই যদিও কদাপি কোন স্থানে গতি করিতে পারে না। অর্থাৎ দেখ, যখন আমরা সাঁতার দেই, সেই সময়ে যেমন অগ্রের জলকে টানি এবং জলও তৎপ্রযুক্ত আমাদের দিকে টানে, সেইরূপ আমরা যে জলের তিতরে আছি সেও আবার আমাদের দিকে পশ্চাদ্ধিক টানিতে পারে। যখন পাখী আপন পক্ষের দ্বারা নীচের বায়ুর উপর আঘাত করে এবং

নীচের বায়ু শূন্যতাং উর্দ্ধদিকে প্রতিঘাত করে, তখন উপরের বায়ুও
 আবার নীচের দিকে আঘাত করিতে পারে। অতএব এরূপ হইলে
 আমরা কোন প্রকারে সাঁতার দিয়া বাইতে পারিতাম না এবং পক্ষিগণ
 পাখীর উপর ভর দিয়া উঠিতে পারিত না। এই সকল সম্ভেদ ভঞ্জন
 করিতে হইলে প্রথমতঃ সাঁতার দিয়া বাইবার সময়, অথবা পক্ষী-
 দিগের উড়িবার সময় যে প্রকার ক্রিয়া করিতে হয়, তাহা বিবেচনা
 করিয়া দেখা আবশ্যক। দেখ, পাখীরা উড়িবার সময় পুনঃ পুনঃ পক্ষ
 বিস্তৃত এবং সংকুচিত করে। যখন নীচের বায়ুর উপর আঘাত
 করিবে তখন বিস্তৃত করে, কিন্তু উর্দ্ধের বায়ু হইতে প্রতিঘাত না পা-
 ইতে পাইতেই উহা সংকুচিত করিয়া লয়। শূন্যতাং উর্দ্ধ হইতে অধিক
 প্রতিঘাত না পাইওয়াতে অদ্যোদিক হইতে বলবৎ আঘাত পাইয়া
 উর্দ্ধে উঠিতে পারে। যদি বল, বক, চিল, বাজ প্রভৃতি শকুন সমস্ত
 ঐরূপে পুনঃ পুনঃ পাখা গুটাইয়া উড়ে না, ইহার কারণ কি? তাহার
 উত্তর এই যে, উহার পাখা গুটায় না বটে, কিন্তু উঠিবার সময় বি-
 স্তৃত পক্ষ দ্বারা আঘাত প্রদান করিয়া তৎক্ষণাৎ পক্ষকে পাখের
 দিকে কক্ষিৎ ঝাঁকাইয়া ধরে, তজ্জনাই উর্দ্ধের বায়ু হইতে নীচের
 দিকে অধিক প্রতিঘাত পায় না। যখন নাবিকেরা নৌকার দাঁড় বহন
 করিয়া যায়, তখন তাহার একবার দাঁড় ফেলিয়া টানে, আবার তৎ-
 ক্ষণাৎ উহা তুলিয়া লয়। দাঁড় তুলিয়া না লইলে জলের প্রতিঘাত
 বশতঃ নৌকার গতি হইতে পারে না। যে সময়ে আমরা সাঁতার
 দেই সেই কালে হয় ত একবার জল টানিয়া তৎক্ষণাৎ জলের ভিতর
 হইতে হাত তুলিয়া লই, অথবা পূর্বে করতল যেমন প্রসারিত করিয়া
 জলকে টানি তাহার পরক্ষণেই আর সেরূপ প্রসারিত করিয়া রাখি
 না। এইরূপে প্রতিঘাত অপেক্ষা আঘাতকে প্রবলতর করিয়া আমরা
 অগ্রসর হইতে পারি।



চতুর্থ অধ্যায় ।

(বেগের প্রকার ভেদ—সম-বেগ—বর্দ্ধমান-বেগ—হ্রসমান বেগ ।)

গতির কাল এবং দূরত্ব ইহাদিগের পরস্পর সম্বন্ধের নাম বেগ, ইহা পূর্বেই কথিত হইয়াছে। ঐ গতির আরম্ভ অবধি সমাপন পর্যন্ত কখন কখন ঐ সম্বন্ধ সমানই থাকে, কিন্তু অল্প স্থল ব্যতিরেকে প্রায়ই উহা ভিন্ন ভিন্ন হয়। তাহার দৃষ্টান্ত দেখ, পৃথিবী প্রায় ২৪ ঘণ্টার আপন বাস পরিবেষ্টিত করিয়া এক অহোরাত্র জন্মাইতেছে। ঐ ২৪ ঘণ্টার প্রথম ঘণ্টাতে পৃথিবীর কোন স্থান যতদূর যায় আর শেষ ঘণ্টাতেও ঠিক ততদূর যায়—কলতঃ ইহার বেগ সর্ব সময়েই সমান থাকে। কিন্তু একটা ভাঁটা গড়াইয়া দিলে ঐ ভাঁটা প্রথম ক্ষণে যতদূর যায় দ্বিতীয় ক্ষণে কদাপি ততদূর যায় না। উচাব বেগ ক্রমশঃ হ্রাস হইয়া আসিতে থাকে। আবার কোন উচ্চ স্থান হইতে একটা দ্রব্য নিক্ষিপ্ত হইলে উহা প্রথম সেকণ্ডে যতদূর পড়ে, দ্বিতীয় সেকণ্ডে তাহা অপেক্ষা অধিক দূর পড়ে, এইস্থলে উক্ত দ্রব্যের বেগ ক্রমশঃ বৃদ্ধি প্রাপ্ত হইতেছে বোধ হয়। এই তিন প্রকার বেগের মধ্যে প্রথম প্রকার বেগের নাম সম-বেগ, দ্বিতীয় প্রকারের নাম হ্রস-মান-বেগ, আর তৃতীয় প্রকারের নাম বর্দ্ধমান-বেগ। সম-বেগ স্থলে, যে বলে গতি জন্মে সেই বল গতির আদ্যান্তকাল পর্যন্ত সমান ছিল, এমন প্রতীতি হয়। প্রযুক্ত-বল যদি শক্তান্তর সংযোগে বৃদ্ধি প্রাপ্ত হয়, তাহা হইলেই বর্দ্ধমান-বেগ জন্মে, আর হ্রসমান-বেগে প্রযুক্ত-বল ক্রমশঃ হ্রাস হইয়াই আসিতে থাকে। ক্রমশঃ এই সকল বেগের প্রকৃতি বর্ণিত হইতেছে।

সম-বেগ ।

জড় পদার্থ নিশ্চেষ্ট। সুতরাং আপনি আপনাকে সচল করিতেও পারে না, আর কোন কারণবশতঃ একবার সচল হইলে স্বয়ং আপনার গতি নিবারণ করিতেও সমর্থ হয় না। যদি তাহাই না পারে তবে কোন জড় পদার্থ একবার যে বেগে গমন করিতে আরম্ভ করিয়াছে, সেই বেগ স্বয়ং স্থানাদিক করিতেও পারে না। অতএব সম-বেগে গমন করা জড় পদার্থ বাত্রে প্রকৃতিসিদ্ধ ধর্ম। কিন্তু পৃথিবীতে সম-বেগের উদাহরণ স্থল অতি অল্পই প্রাপ্ত হওয়া যায়। কারণ পৃথিবীর মাধ্যাকর্ষণ শক্তি নিরন্তর অন্যের গতির প্রতিবন্ধিতা করিতেছে। কোন জড় পদার্থকে সচল করিয়া দিবামাত্র ঐ আকর্ষণ শক্তি দ্বারা প্রতিক্ষণে তাহার গমনের বেগ হ্রাস হইয়া থাকে, সুতরাং উহার বেগ সম-বেগ বলিয়া গণ্য হইতে পারে না। ঘড়ির কাঁটার গতিও সম-বেগে হয় না, উহাও লাফিয়া লাফিয়া চলে। সুতরাং ঐ লক্ষের প্রথম ক্ষণে যত বেগ, শেষে তত বেগ থাকে না।

সুতরাং পৃথিবীও অপরাপর গ্রহগণের আর্হিক গতি ব্যতিরেকে এই প্রকার বেগের উদাহরণ অন্য কোন স্থলেই প্রাপ্ত হওয়া যায় না।

যখন কোন সচল দ্রব্যের প্রতি পুনঃ পুনঃ বল প্রযুক্ত হইতে থাকে, তখন ঐ দ্রব্যের বেগ ক্রমশঃ বর্ধিত হয়। কখন কখন ছেলেরা ভাঁটা খেলিতে খেলিতে তাহার প্রতি পদাঘাত করত উহার পশ্চাৎ পশ্চাৎ ধাবমান হয়। প্রথম আঘাতে ভাঁটা যত বেগে যায়, দ্বিতীয় আঘাতে পাইলে তদপেক্ষা অধিক দ্রুত যায়, তৃতীয় আঘাতে আরও দ্রুত বেগে গমন করে। একখান চক্রকে তাহার কীলকে বদ্ধ করিয়া যদি এক পার্শ্বে অঙ্গুলি দিয়া অতি অল্প বলে টানি যায়, তবে প্রথম বারে ঐ চক্রটি কিছুমাত্র সরিল কি না বুঝিতেই পারা যায় না। কিন্তু উপর্যুপরি সেই প্রকার অল্প অল্প বলে টানিতে টানিতেই ঐ চক্র ঘুরিতে আরম্ভ করে, এবং ক্রমে ক্রমে তাহাতেই

অতিশয় বেগ হইয়া উঠে । এই সকল স্থল দেখিয়া বর্দ্ধমান-বেগের প্রকৃতি অবগত হওয়া যায় ।

কিন্তু এই সকল উদাহরণ দ্বারা বর্দ্ধমান-বেগের স্থূল প্রকৃতিমাত্র বুঝিতে পারা যায়, কারণ তাঁটার পদাঘাত, অথবা চক্রে অঙ্গুলি প্রহার করিবামাত্র উহাদিগের বেগ যেরূপ বর্দ্ধিত হয় পরক্ষণেই আর সেইরূপ থাকে না । পৃথিবীর মাধ্যাকর্ষণে এবং বায়ুর প্রতি-বন্ধকতার উহাদিগের বেগ ক্রমশঃ হ্রাস হইতে থাকে । পুনর্বার আঘাত পাইলেই বেগ বাড়ে, কিন্তু আবার পরক্ষণেই তাহা হ্রাস হয় । অতএব উহাদিগের গতি, হ্রাসমান এবং বর্দ্ধমান এই দুই প্রকার বেগেরই উদাহরণস্থল হইতে পারে । আর পদাঘাত বা অঙ্গুলি-প্রহার একবার যেমন বলে হয়, দ্বিতীয়বার তাহা অপেক্ষা অধিক বা অল্প বলেও হইতে পারে । সুতরাং ঐ সকল স্থলে বেগের বৃদ্ধির সম্পূর্ণরূপে নিয়ম নির্দেশ করিতে পারা যায় না । যেখানে এইরূপ না ঘটিলে ক্রমাগত সম-বলে বেগের বৃদ্ধি হইতে থাকে, তথায় ঐ বেগের নাম সম-বর্দ্ধমান বেগ । যখন কোম জব্য উচ্চ হইতে নীচে পড়ে তখন তাহাতে এই সম-বর্দ্ধমান বেগের কাৰ্য্য দেখিতে পাওয়া যায় । পৃথিবীর মাধ্যাকর্ষণ নিরন্তর সমান বলেই পতনশীল জব্যকে পৃথিবীর মধ্যাভিমুখে টানে । ইহাতে ঐ জব্য প্রথমক্ষণে বত দূর পড়ে, দ্বিতীয় ক্ষণে তাহা অপেক্ষা অধিক দূর পতিত হয় । কতক্ষণে কত দূর কেমন বেগে পড়ে তাহা নিম্ন লিখিত রূপে কিঞ্চিৎ অভিনি-বেশ পূর্বক বিবেচনা করিলেই নিরূপিত হইতে পারে ।

প্রথমতঃ বিবেচনা কর, যেন একটা ঘোড়া দিন মধ্যে সর্বশুদ্ধ ৪ ঘণ্টা মাত্র চলে ; কিন্তু প্রথম ঘণ্টায় এক ক্রোশ, দ্বিতীয় ঘণ্টায় দুই ক্রোশ, তৃতীয় ঘণ্টায় তিন ক্রোশ এবং চতুর্থ ঘণ্টায় চারি ক্রোশ পথ যায় ; এক্ষণে জিজ্ঞাস্য হইতে পারে যে, প্রথমাবধি প্রতি ঘণ্টায় কত ক্রোশ করিয়া গমন করিলে উহার ঐ চারি ঘণ্টায় সমান পথ

যাওয়া হইত ? । এই স্থলে স্পষ্ট দেখা যাইতেছে যে, ঘোড়া সর্ব-
শুদ্ধ ১০ ক্রোশ পথ চারি ঘণ্টায় গিয়াছিল। সুতরাং যদি উহা
প্রতি ঘণ্টায় $(\frac{১০}{৪}) \cdot ২ = \frac{১}{২}$ আড়াই ক্রোশ করিয়া চলিত, তাহা হই-
লেও চারি ঘণ্টায় ঐ ১০ ক্রোশ পথ যাইতে পারিত। এক্ষণে বিবে-
চনা করিয়া দেখ, ঐ ঘোড়া যে চারি ঘণ্টা চলিয়াছিল তাহার মধ্যে
কোন ঘণ্টায় ঐ আড়াই ক্রোশ বেগে গমন করিয়াছিল কিনা ?
স্পষ্ট দেখা যাইতেছে যে, চারি ঘণ্টার মধ্যের ঘণ্টার অর্থাৎ দ্বিতীয়
ঘণ্টার শেষের অর্ধ এবং তৃতীয় ঘণ্টার প্রথমার্ধ এই দুই অর্ধে যে এক
ঘণ্টা হয় তাহাতে ঘোটকের বেগ ঠিক আড়াই ক্রোশ হইয়াছিল।
অতএব (১) নিশ্চিত হইতেছে যে, “সমবর্দ্ধমান-বেগ যত সময় ধরিয়া
হয় সেই সময়ের ঠিক মধ্য ক্ষণে এমন বেগ হয় যে, সেই বেগে তত
সময় চলিলেও সমান পথ যাওয়া যাইতে পারে; অথবা, যে সময়
মধ্যে সমবর্দ্ধমান বেগে যত পথ যাওয়া যায়, সমান বেগে সেই পথ
যাইবার উপযুক্ত বেগ উক্ত সময়ের মধ্য ক্ষণেই হইয়া থাকে” ।

আবার বিবেচনা করিয়া দেখ, যদি পূর্ব প্রশ্নে ইহা জিজ্ঞাস্য হয়
যে, ঘোড়াটা পূর্ববৎ সম-বর্দ্ধমান-বেগে চলিলে সে ৫ম ঘণ্টার আরম্ভে
কত বেগে চলিত ? তাহা হইলে মধ্যম বেগ যে, ২½ ক্রোশ তাহাকেই
দ্বিগুণিত করিলে উত্তর ৫ ক্রোশ পাওয়া যাইতে পারে। অতএব
(২) ইহাও নিশ্চিত হইতেছে যে “সম-বর্দ্ধমান-বেগ স্থলে সমুদার
সময়ের মধ্য-বেগ যে পরিমিত হইবে, সেই সংখ্যার দ্বিগুণ করিলেই
উক্ত সময়ের অব্যবহিত পরক্ষণে কত বেগ হইবে তাহা জানা
যাইবে * । ” এই দুইটীস্বরূপ স্মরণ রাখিয়া এক্ষণে বিবেচনা করিয়া

* যথা, ১, ২, ৪, ৬, ইত্যাদি রূপে বৃদ্ধি হইলে মধ্য-বেগ = $\frac{১২}{৩} = ৪$, তাহার দ্বিগুণ

= ৪ × ২ = ৮ ইহাই অন্তিম বেগ, এইরূপে সর্বত্রই হইবে।

দেখ যে, যদি কোন বস্তু পৃথিবীর মাধ্যাকর্ষণে এক সেকণ্ড কাল মধ্যে 'দু' পরিমিত স্থান পড়ে তবে তাহার ঐ 'দু' স্থান পড়িবার উপযুক্ত বেগ প্রথমাবধি আছে এমনত বলা যায় না। বস্তুতঃ ঐ সেকণ্ড কালকে যদি বহু সংখ্যক অতি ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র কণে বিভক্ত বলিয়া বোধ করা যায় * তবে এমনত কথা যাইতে পারে যে, যখন দ্রাব্যটি ১ সেকণ্ডে 'দু' স্থান পড়িল, তখন ঐ সেকণ্ডের ঠিক মধ্য কণেই উহার 'দু' পড়িবার উপযুক্ত বেগ হইয়াছিল। অর্থাৎ দ্রাব্য সকল মাধ্যাকর্ষণ বলে এক সেকণ্ডে 'দু' পরিমিত স্থান পড়ে, সুতরাং প্রথম সূত্রানুসারে সেই 'দু' স্থান পড়িবার উপযুক্ত বেগ প্রথমাবধি থাকে না—তাহা কেবল ঠিক মধ্য কণেই থাকে। পরন্তু যদি মধ্য কণের বেগ 'দু' এর উপযুক্ত হইল তবে দ্বিতীয় সূত্রানুসারে অন্তিম কণের পরেই অর্থাৎ দ্বিতীয়

* এ স্থলে বিবেচনা করিতে হইবে যে, ১ সেকণ্ড অতি অল্পকাল বলিয়া তাহাকে ভাগিয়া মধ্য কণ ধরিয়া হিসাব করা যায় নাই। কিন্তু সূক্ষ্মরূপে বিবেচনা করিতে হইলে ১ সেকণ্ডকে ৬০ কণে বিভক্ত কর, এবং পূর্বোক্ত অংশমানে যেমত ৪ ঘণ্টার ১০ ক্রোশ গতি হইয়াছিল বলিয়া $\frac{১০}{৪} = ২৫$ ক্রোশ মধ্যবেগ হইয়াছিল, এখানেও সেইরূপ ১ সেকণ্ডে অর্থাৎ

৬০ কণে কোন বস্তু 'দু' স্থান পড়ে, সুতরাং উহার মধ্যবেগ $\frac{১০}{৬০}$ আবার ২য় সূত্রানুসারে যেমত পূর্বোক্তাহরণে ৪য় ঘণ্টার ২৫ $\times ২ = ৫$ ক্রোশ বেগ হয়, এখানেও তদ্রূপ ১ সেকণ্ডের, অন্তিম কণের পরকণেই উহার বেগ $\frac{২ + 'দু'}{৬০}$ হয়, কিন্তু ২য় সেকণ্ডেও ৬০ কণাবধি, সুতরাং

সমুদায় ঐ কণে উহার গতি $\frac{২ + 'দু'}{৬০} \times ৬০ = ২ + 'দু'$; এক সেকণ্ড কাল মধ্যে কোন

বস্তু ২ অংশমানে ১৬ ফুট হয়, ইহা পরীক্ষা সিদ্ধ আছে, সুতরাং 'দু' এর পরিবর্তে ১৬ ফুট ধরিয়া এক সেকণ্ডেই ঠিক হইবে।

সেকণ্ডের আরম্ভেই উহার দ্বিগুণ বেগ হইবে অর্থাৎ বাহাতে ১ এক সেকণ্ডে 'দু' যের দ্বিগুণ স্থান পড়িতে পারে এমত বেগ হইবে । অত-এব কোন দ্রব্য প্রথম সেকণ্ডে যত পথ গিয়াছিল, দ্বিতীয় সেকণ্ডে ঐ দ্বিগুণ বেগে উহা অবশ্য তাহার দ্বিগুণ পথ যাইতে পারিবে, কিন্তু তৎকালেই আবার মাধ্যাকর্ষণের বলে উহাকে আরও এক 'দু' পরিমিত স্থান যাইতে হইবে । সুতরাং দ্বিতীয় সেকণ্ডে উহার গতি ৩ 'দু' হয় । অতএব দুই সেকণ্ডে অর্থাৎ প্রথম এবং দ্বিতীয় সেকণ্ডে মিলিয়া দ্রব্যটা (১ দু+৩দু) = ৪ 'দু' পরিমিত স্থান পতিত হইবে । আবার তৃতীয় সেকণ্ডের প্রথমে ঐ দ্রব্যের বেগ ৪ 'দু' আর ঐ সেকণ্ডে আবার মাধ্যাকর্ষণের বল পাওয়া উহাকে এক 'দু' যাইতে হয়, অত-এব তৃতীয় সেকণ্ড মধ্যে উহার গতি ৫ 'দু' হইবে । সুতরাং পূর্ক দুই সেকণ্ডে যে ৪ 'দু' পথ গিয়াছে, আর এই ৫ 'দু' এই উভয়ে যোগ করিলে যে ৯ দু হয় দ্রব্যটা ৩ সেকণ্ডে তত দূর পড়ে * ।

* নিম্নলিখিত অঙ্কবিন্যাস দেখিলে ঐ কথা আরও স্পষ্ট বোধ হইবে । এই স্থলে বিবেচনা কর যে, প্রথম সেকণ্ডে যদি 'ক' হইতে 'খ' পর্য্যন্ত পড়ে তবে দ্বিতীয় সেকণ্ডে 'খ' হইতে 'গ' পর্য্যন্ত পড়ায় পূর্বের তিন গুণ হয়, আর তৃতীয় সেকণ্ডে 'গ' হইতে 'ঘ' পর্য্যন্ত পড়ায় প্রথম বাবের পাঁচ গুণ হয় ।

প্রথম সেকণ্ডে পতন ১৬
দ্বিতীয় সেকণ্ডে পতন ৪৮ =
(২×২—১) × ১৬ ।
দুই সেকণ্ডে পতন (২×২×১৬) = ৬৪ ।
তৃতীয় সেকণ্ডে পতন ৮০ =
(৩×২—১) × ১৬ ।
তিন সেকণ্ডের পতন (৩×৩×১৬) =

১৪৪ ।

ক
খ ৩২ = (৩×১) প্রথম সেকণ্ডের শেষে
বেগ ।
গ ৬৪ = (৩×২) দুই সেকণ্ডের শেষে
বেগ ।
ঘ ৯৬ = (৩×৩) তিন সেকণ্ডের শেষে
বেগ ।

এই ক্ষণে বিবেচনা করিয়া দেখ যে, জ্বরের প্রথম সেকণ্ড ১ দূ, দ্বিতীয়ে ৩ দূ, তৃতীয়ে ৫ দূ ইত্যাদি ক্রমে পতন হওয়াতে উহার একটি আংশের নিম্নম নিৰ্দেশ করা যাইতে পারে। তাহা এই—যে হেতু $(১ \times ২ - ১) = ১$; $(২ \times ২ - ১) = ৩$, $(৩ \times ২ - ১) = ৫$, অতএব যদি কোন সেকণ্ডে অব্য মাধ্যাকর্ষণ বলে কত দূর পড়ে এমন জিজ্ঞাসা হয়, তবে (৩) সেই সেকণ্ডে সম্বন্ধকে দ্বিগুণিত করিয়া তাহা হইতে এক ন্যূন করিয়া যে ফল হইবে, তাহাকে প্রথম বারের পতন দূরত্ব দ্বারা গুণ করিলেই উত্তর হইবে। কিন্তু পূর্বেই বলা হইয়াছে যে, পৃথিবীর মাধ্যাকর্ষণ বলে জ্বা সমস্ত প্রথম সেকণ্ডে ১৬ ফুট পড়ে ইহা পরীক্ষা সিদ্ধ, অতএব পূর্ব (৩) সূত্রে ‘দূ’ এর পরিবর্তে ১৬ রাখিয়া অঙ্ক করিলেই ফল স্থির হইবে।

যথা ৯ম সেকণ্ডে জ্বা কত দূর পড়ে এমন জিজ্ঞাসা হইলে, ৯কে দ্বিগুণ করিয়া ১৮ হইল, তাহা হইতে ১ বাদ দিয়া ১৭ হইল, উহাকে ১৬ দ্বারা গুণ করিয়া ২৭২ ; সূত্রানু ২৭২ ফুট উত্তর হইল।

কিন্তু পতনশীল জ্বরের কখন কত বেগ হয় জানিবার আবশ্যকতা হইলে প্রথমতঃ কত সময়ে কি পরিমিত স্থান পতন হইয়াছে তাহা জানা আবশ্যক। তাহার পর পূর্বোক্ত (১ম) এবং (২য়) সূত্রানুসারে সেই স্থানসংখ্যাকে পতন কাল সংখ্যা দ্বারা বিভাগ করিলেই ঐ পতনের মধ্যবেগ পাওয়া যাইবে; পরে ঐ মধ্যবেগকে দ্বিগুণিত করিয়া লইলেই উক্ত সময়ের অব্যবহিত পরক্ষণের বেগ কত জানা যাইবে। যদি এমন জিজ্ঞাসা হয় যে নবম সেকণ্ডের শেষে, অর্থাৎ ৯ম সেকণ্ডের প্রথমে পতনশীল জ্বরের বেগ কত হয়? তাহা হইলে ৯ম সেকণ্ডে জ্বাটী কত দূর পড়ে নিশ্চয় করিয়া তাহাকে ৯ দ্বারা ভাগ করিয়া সেই ভাগ-ফলকে দ্বিগুণিত করিয়া লইতে হয়। যথা, $\frac{৯ \times ১৬}{২} = ৭২$ । কিন্তু এইরূপ না করিয়া জিয়া

লম্বনার্থে বলা যায় যে, (৪) কাল-সংখ্যা দ্বারা ৩২ কে পূরণ করিলেই অস্তিগ-বেগ জানা যাইবে। এই বিষয় অধিক স্পষ্ট করিয়া বুঝাইবার জন্য কতিপয় প্রশ্নের উত্তর করিয়া অঙ্ক কসিবার প্রথা পুনর্নিতে হইতেছে।

১ প্রশ্ন।—৫ সেকণ্ড কাল মধ্যে কোন দ্রব্য কত উচ্চ হইতে পড়িবে। $৫ \times ১৬ = ৪০০$ উত্তর।

২ প্রশ্ন।—কোন দ্রব্য কত সেকণ্ডে ১০০ ফুট উচ্চ হইতে পড়িবে?

$$\sqrt{\frac{১০০}{১৬}} = \frac{১০}{৪} = ২ \frac{১}{২} \text{—সেকণ্ড উত্তর।}$$

৩ প্রশ্ন।—৪র্থ সেকণ্ডে দ্রব্য কত দূর পড়ে?

$$(২ \times ৪ - ১) \times ১৬ = ৭ \times ১৬ = ১১২ \text{ ফুট উত্তর।}$$

৪ প্রশ্ন।—কতক্ষণের পর কোন পতনশীল দ্রব্যের বেগ পুতি সেকণ্ডে ১৬০ ফুট পরিমিত হয়?

$$\sqrt{\frac{১৬০}{১৬}} = ৫ \text{ সেকণ্ড উত্তর।}$$

অতএব সাক্ষেতিক নিয়ম করিবার নিমিত্ত এমত বলা যাইতে পারে যে, যদি ‘স’ অর্থে সময়, ‘দূ’ অর্থে দূরত্ব ‘বে’ অর্থে বেগ, ‘মা’ অর্থে মাধ্যাকর্ষণ-প্রদত্ত প্রথম সেকণ্ডের অব্যবহিত পরক্ষণের বেগ (অর্থাৎ ৩২ ফুট) হয়, তাহা হইলে গণিত শাস্ত্রের সঙ্কেতানুসারে পূর্বোক্ত নিয়ম সমস্ত এইরূপে লিখিত হয়, যথা—

$$(১) \text{ দূ} = স^২ \times ১৬।$$

$$\text{এবং } (২) \text{ বে} = স \times মা।$$



(ব্রহ্মমান-বেগ।)

সম-বর্ধমান-বেগের প্রকৃতি এক পুকার কথিত হইল। এক্ষণে সম-ব্রহ্মমান-বেগের বিষয় কিঞ্চিৎ বলা আবশ্যিক। যখন কোন সচল জ্বায়ের উপর অন্য কোন বল প্রতিকূল ভাবে কার্য্য করে তখন উক্ত জ্বায়ের বেগ ক্রমশঃ হ্রাস হইয়া যায়। পৃথিবীর উপর হইতে যে সকল জ্বা উৎক্ষিপ্ত হয় তাহাদিগের উৎক্ষেপ-বলের প্রতিকূল পৃথিবীর মাধ্যাকর্ষণ বল ক্রমশঃ প্রবল হইতে থাকে, সুতরাং উহার বেগ ক্রমে ক্রমে হ্রাস হইয়া পরিশেষে কিছুই থাকে না, সুতরাং ঐ জ্বায়ের পুনর্বার নিম্নাভিমুখে গতি হয়। উৎক্ষিপ্ত জ্বায়ের উর্দ্ধ গতি যতক্ষণে হয় উহার অধঃপতনেও ঠিক তাহার সমান কাল লাগে। ইহার কারণ স্পষ্টই দেখা যাইতেছে। যদি কোন জ্বা এমন বলে উৎক্ষিপ্ত হয় যে, মাধ্যাকর্ষণ প্রতিবন্ধক না হইলে উহা প্রতি সেকণ্ডে $(৩ \times ৩২) = ৯৬$ ফুট যায়, তবে মাধ্যাকর্ষণ প্রতিবন্ধক হওয়াতে প্রথম সেকণ্ডের শেষে উহার বেগ ২×৩২ ফুট থাকে, দ্বিতীয় সেকণ্ডের শেষে ১×৩২ থাকে, আর তৃতীয় সেকণ্ডের শেষে কিছুই থাকে না। কারণ মাধ্যাকর্ষণ প্রতি সেকণ্ডে ৩২ ফুট করিয়া উহার গতির বেগ কমাইতে থাকে, অতএব বোধ হইতেছে ৩×৩২ ফুট পরিমিত বেগে উৎক্ষিপ্ত হইলে জ্বাটিন সেকণ্ডে বত দূর যাইতে পারে ততই যায়। কিন্তু সেই স্থান হইতে নামিতে আরম্ভ করিলে প্রথম সেকণ্ডের শেষে ১×৩২ ফুট মাত্র বেগ পায় দ্বিতীয় সেকণ্ডের শেষে ২×৩২ ফুট পায়, আর তৃতীয় সেকণ্ডের শেষে ৩×৩২ ফুট পায়। সুতরাং নামিতেও তিন সেকণ্ডের স্থান হয় না। অতএব কতদূর মাঝিল বিবেচনা করিলেই কত দূর উঠিয়াছিল, নিশ্চয় হইতে পারে। তিন সেকণ্ডে যে জ্বা পড়ে সে $(৩ \times ১৬) = ১৪৪$ ফুট উচ্চ হইতে পড়ে ইহা জানা আছে। অতএব

ঐ জ্রব্যটা অবশ্য ১৪৪ ফুট উর্দ্ধে উঠিয়াছিল, নচেৎ সেই পরিমাণ নিম্নে আসিতে পারিত না * ।

দুইটা প্রশ্নের উত্তর দেখাইয়া ইহা আরও স্পষ্ট করা যাইতেছে ।

১ প্রশ্ন ।—যদি ১৯২ ফুট প্রতি সেকণ্ডে যাইতে পারে, এমন বেগে কোন জ্রব্য ঠিক উর্দ্ধে উৎক্ষিপ্ত হইয়া থাকে, তবে উহা কত উচ্চ পর্য্যন্ত উঠিবে ?

$$v^2 = 2gh ; 2 \times 16 = 32 \text{ ফুট, উত্তর ।}$$

২ প্রশ্ন ।—যদি ৬৪ ফুট বেগে কোন জ্রব্য উৎক্ষিপ্ত হয়, তবে কত কালে উহা পুনর্বার আসিয়া ভূমি স্পর্শ করে ? $v = 2$ সেকণ্ড উঠিতে লাগে । স্তম্ভাংশ পড়িতেও আবার দুই সেকণ্ড লাগে । অতএব একবার উঠিয়া পুনর্বার পড়িতে $2+2=4$ সেকণ্ড লাগিবে !

পঞ্চম অধ্যায় ।

[বিক্ষিপ্ত-গতি—ক্রমনিয় ধরাতলে—গতিদোলক—দোলক দ্বারা পৃথিবীর
আত্মিক গতির নিরূপণ ।]

মাধ্যাকর্ষণ পুভাবে নিক্ষিপ্ত এবং উৎক্ষিপ্ত জ্রব্যের যেদ্রপে বেগ হয় তাহা কথিত হইল । একগুণে ঠিক উর্দ্ধে বা নিম্নে না হইয়া যে জ্রব্যের প্রতি অন্য কোন দিকে বল প্রযুক্ত হয় তাহার গতি কিরূপ হইবে তাহা বিবেচনা করা যাইতেছে । বন্দুকের গুলি, ধমুকের শর, বাঁটুল,

* ১ম সেকণ্ডের প্রথমে বেগ ... ১৬

২য় " " ... ৪৬

৩য় " " ... ৩২

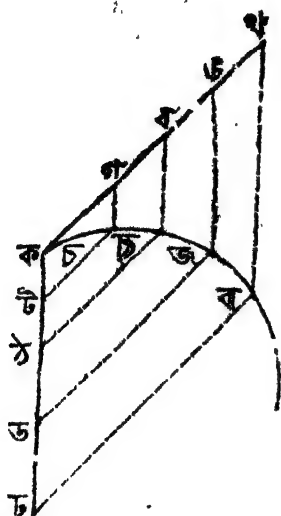
১ম সেকণ্ডে উর্দ্ধগতি ... ৮.

২য় " " ... ৪৮

৩য় " " ... ১৬

১৪৪ ফুট ।

চিল এবং ছাদের ও গাড়ুর নলের জল ইত্যাদি বিক্ষিপ্ত বস্তু সমুদায় সরল রেখাক্রমে যায় না। উহারা যে পুকার বক্র পাথে গমন করে তাহাকে ক্ষেপণী কহে। উহার প্রকৃতি নিম্নবর্তী চিত্রদ্বয়ে অনারাসে বোধগম্য হইবে।



‘ক’ মাধ্যক বস্তু ‘কথ’ সরল রেখায় বিক্ষিপ্ত হইলে, বিক্ষেপ বল উহার গতি ‘কথ’ সরল রেখাক্রমেই হইতে পারে, কিন্তু উহার গমন সময়ে পৃথিবীর মাধ্যাকর্ষণ উহাকে নীচের দিকে লটয়া আইসে, স্ততরাং বিভিন্ন দিকে দুই বল প্রযুক্ত হওয়াতে অবাচী ‘কথ’ রেখাক্রমে যায় না। যদি বিক্ষেপ-বল এমত হয় যে মাধ্যাকর্ষণের প্রতিবন্ধকতা না থাকিলে সেই বলে অবাচী সমবেগে চলিয়া

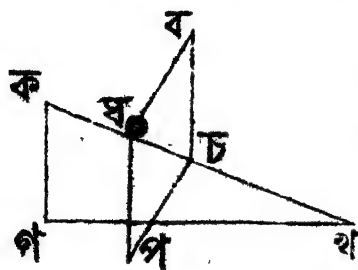
প্রথম সেকণ্ডে ‘ক’ হইতে ‘গ’ পর্যন্ত, দ্বিতীয় সেকণ্ডে ‘গ’ হইতে ‘ঘ’ পর্যন্ত, তৃতীয় সেকণ্ডে ‘ঘ’ হইতে ‘ঙ’ পর্যন্ত, আর চতুর্থ সেকণ্ডে ‘ঙ’ হইতে ‘ক’ পর্যন্ত যায়;—আর পৃথিবীর কেন্দ্রাতিমুখগামী রেখা ‘কট’ পর্যন্ত যদি ১৬ ফুট হয়, ‘কঠ’ $(২ \times ১৬) = ৩২$ ফুট, ‘কড’ $(৩ \times ১৬) = ৪৮$ ফুট এবং ‘কচ’ $(৪ \times ১৬) = ৬৪$ ফুট হয়, তবে ‘গ’ এর নিম্নদিকে ‘কট’ রেখার সমান এবং সমান্তরাল ‘গচ’ রেখা টানিয়া এবং উহাতে ‘টচ’ সংযুক্ত করিয়া ‘কগচট’ একটি সমান্তরাল চতুর্ভুজ প্রস্তুত করিলেই বিক্ষিপ্ত অবাচী ঐ চতুর্ভুজের কর্ণ ‘কচ’ রেখাক্রমে বাইবে। স্ততবা এই রূপে ‘ক’ ‘ঘ’ ‘ঙ’ প্রভৃতি স্থান দিয়া বিক্ষিপ্ত

অবোর গতি হইবে। বিক্ষিপ্তের গতি এইরূপ বক্র রেখাক্রমে হয় বলিয়াই যাহারা বন্দুকাদি বিক্ষেপক অস্ত্র ব্যবহার করে, তাহারা যে স্থানে অস্ত্র প্রয়োগ করিবে, তাহার কিঞ্চিৎ উর্দ্ধে লক্ষ্য করে। সিপাহীরা শত্রুর মাথার দিকে তাগ করে, তাহাতে গুলি-ফায়েরা ঠিক বুলকে লাগে। যদি বুলকে তাগ করিত তবে পেটে লাগিত *।

* পক্ষে 'দামীনদিগের ব্যবহাৰা বলিয়া সে পক্ষের প্রতি রূপ প্রকাশ করা গিয়াছে সেই গুলি লক্ষ্য বিক্ষিপ্ত পদার্থের গতি উচ্চতা এবং দূরত্ব নিৰূপিত করা যাইতে পারে। বোধ হয়, যেন কেহ অন্যত প্রাণ বিজ্ঞান করিল যে, বহু বারক দিনে বন্দুক হইতে গুলি প্রথম সেকণ্ডে ১০০ ফুট ফাইতে পারে অন্যত বন্দুক পরিপূর্ণ করিয়া কোন বন্দুকেন মুখ ত্রিশ মিশ (১০) উচ্চ করিয়া তাহা হইতে গুলি প্রবেশ করা হইয়াছে। সেই গুলি কত উচ্চে উঠিয়া কত দূরে বাইয়া পড়িবে? এখানে উক্ত গুলি লইয়া নিম্ন-লিখিতরূপে একটা কিংবা কয়েকটি উত্তর হইবে। কাগজের উপর প্রথমতঃ ৩০ অংশ পরিমিত কোণ করিতে হইবে। সেই কোণের দুই দিকে যে দুইটা সরলরেখা হইবে, তাহার উপরকার রেখাটিকে ১০০ ফুটের পরিবর্তে ১০ ইঞ্চি ধরিয়া লও। সেই দশ ইঞ্চির প্রান্ত ভাগ হইতে নীচের রেখার উপর একটা লম্ব পাঠ কর। গুলি দিয়া পরিমাপ করিতে গেলেই ঐ লম্ব রেখা ঠিক পাঁচ ইঞ্চি পরিমিত হইয়াছে দেখিতে পাওয়া যাইবে। এখানে ঐ পাঁচ ইঞ্চি ১০০ ফুটের স্থানীয় হইল, কারণ পূর্বে ১০০ ফুটকে ১০ ইঞ্চি ধরিয়া লওয়া হইয়াছে। ইহাতেই বোধ হইতেছে যে উক্তগুলির উর্দ্ধাভিমুখে বেগ প্রথম সেকণ্ডে ১০০ ফুট হইয়াছে। এক্ষণে ১০০কে ৩০ দ্বারা ভাগ করিতে হুসমান বেগের নিয়মানুসারে $\frac{100}{30} = ৩\frac{১}{৩}$ সেকণ্ড হয়। ঐ রাশির বর্গকে ১৬ দ্বারা গুণ করিলে $(৩\frac{১}{৩})^2 \times ১৬ = ১০০\frac{১৬}{৯}$ ফুট উর্দ্ধে উঠিত। আবার, যে রেখার উপর লম্বপাঠ হইয়াছে, সম্পাত স্থান পর্যন্ত সেই রেখাকে পরিমাপ করিয়া দেখিলেই উ-হাকে প্রায় ৮২ অর্থাৎ ঠিক ৮০৬ ইঞ্চি জানা যাইবে, সুতরাং (যে হেতু ১০০ ফুটের পরিবর্তে ১০ ইঞ্চি লওয়া হইয়াছে) ঐ রেখাও ৮০৬ ফুটের স্থানীয় হইল। সম-বেগের নিয়মানুসারে ঐ ৮০৬কে ১৬ অর্থাৎ কাল সংখ্যার দ্বারা গুণ করিলে $(৮০৬ \times ১৬) = ১২৯০৬$ ফুট হইবে। কিন্তু কোন অবোর উঠিতেও সতক্ষণ লাগে আবার পড়িতেও ততক্ষণ লাগে, সুতরাং ঐ গুলি যদি ১২৯০৬ সেকণ্ড ধরিয়া উঠিয়া থাকে, তবে অবশ্য আবার ততক্ষণ ধরিয়া পড়িবে। অতএব ঐ ১২৯০৬ কে বিভাগিত করিলেই গুলি কত দূরে পড়িবে নিশ্চয় হইবে, অর্থাৎ $১২৯০৬ \div ১৬ = ৭৯৪$ ফুট। গণিত দ্বারা ফল এইরূপে স্থির হয় বটে, কিন্তু বাস্তব প্রতিবন্ধকতা প্রযুক্ত

(ক্রম নিয় খসাতলে-খতি ।)

যেখানে মাধ্যাকর্ষণ বিদ্য প্রতিবন্ধকে কার্য করিতে পার সেই স্থলে পত্তনশীল ত্র্যকোণ বেগ যে প্রকার হয় তাহা কথিত হইল । কিন্তু কোথাও কোথাও অন্য কাহারও প্রতিবন্ধকতা প্রযুক্ত মাধ্যাকর্ষণের কতক বল কার্যকারী হইতে পারে না । পরন্তু সেই স্থলেও মাধ্যাকর্ষণের প্রকৃতির অনাথা নাই ।



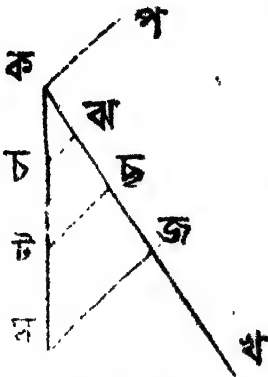
‘কথ’, এক খানি তক্তা ‘কগ’
প্রাচীরে ঠেসান আছে । ‘ক’ স্থলে
যদি ‘ব’ নামক বর্তুলকে ছাড়িয়া
দেওয়া যায়, তাহা হইলে উহা গড়া-
ইয়া গড়িয়া ‘খ’ স্থানে আসিয়া

উপস্থিত হয় । উহার নামিবার কারণ পৃথিবীর মাধ্যাকর্ষণ । কিন্তু এই স্থলে মাধ্যাকর্ষণ আপনায় সমুদায় বলে কার্যকারী হয় না যদি ‘মপ’ রেখা মাধ্যাকর্ষণের স্থানীয় হয়, তবে গতি বিভাগের নিয়মানুসারে উহাকে ভাগ করিয়া ‘বখ’ এবং ‘মচ’ দুইটী বল প্রাপ্ত হওয়া যায়, তদ্ব্যতী ‘বখ’ বল ‘কথ’ খসাতলের ‘মব’ প্রতিঘাতে সাম্যাবস্থা প্রাপ্ত হয়, পরে যে ‘মচ’ বল অবশিষ্ট থাকে তাহার দ্বারাই বর্তুলটা গড়াইয়া যায় । কিন্তু এই স্থলেও মাধ্যাকর্ষণের বল অবিরত প্রযুক্ত হইতে থাকে । এই ছেতু বর্তুলের বেগ সম-বর্ধমানরূপে প্রতীক্ষমান হয় ।

‘কথ’এর দ্বার ক্রম-নিয় খসাতলের উপর হইতে কত কণে কত দূর কোম ত্র্যব্য পতিত হয়, উহা নিরূপিত করিতে হইলে এইরূপ

কার্য এইরূপ দৃষ্ট হয় না । বিকিণ্ড পদার্থের উচ্চতা এবং দূরত্ব ইহা অপেক্ষা অনেক অল্প হয় ।

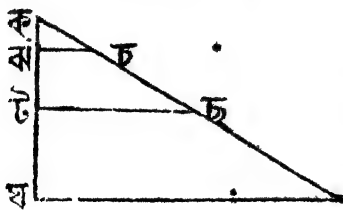
গণনা করিতে হয়, যথা 'ক' হইতে 'কখ' রেখার (পার্শ্বস্থ চিত্রানুরূপ) 'কপ' একটি লম্ব রেখা টান এবং 'ক' হইতে ওলন দড়ি কোললৈ বেরণ হয়



মাধ্যাকর্ষণের অভিমুখে মেইরপ 'কখ' রেখা টান এবং 'কচ' ১৬, 'কট' ৬৪, 'কখ' ১৪৪ ইঞ্চি বা অঙ্গুলী এইরূপ করিয়া 'কখ' রেখাটিকে ভাগকর। তাহার পর 'চ' 'ট' ও 'খ' হইতে 'চবা' 'টহ' 'যজ' প্রভৃতি রেখা 'কপ' এর সমান্তরাল ররিয়া টানিলেই জানা যাইবে যে, 'কবা' এক সেকণ্ডে 'কহ' দুই সেকণ্ডে,

এবং 'কজ' তিন সেকণ্ডে পড়িবে।

ক্রম-নিম্ন-ধরাতলের উপর যাইতে যাইতে জ্বোয়ার কখন কখন বেগ হয়, জানিবার আবশ্যক হইলে উক্তরূপ না করিয়া এইরূপে চিত্র প্রস্তুত করিয়া লইতে হয়।



প্রথমতঃ পার্শ্ববর্তী চিত্রে 'কখ' প্রাচীরের নিম্নভাগ 'খ' হইতে 'যপ' স্থান পর্য্যন্ত একটি লম্ব রেখা টানিয়া 'কবা' ১৬, 'কট' ৬৪, এবং 'কখ'

১৪৪ ফুট, অথবা তাবস্থিত ইঞ্চি কিম্বা অঙ্গুলি করিয়া লও পরে 'বাচ' এবং 'টজ' দুইটি রেখা 'যপ' এর সমান্তরাল করিয়া টান, তাহা হইলেই বুঝা যাইবে যে, 'বা' স্থানে জ্বালাটী বিনাবলম্বনে পড়িলে যেমন বেগে পড়িত 'চ' স্থানে উহার সেই পরিমাণ বেগ, 'জ' স্থানে 'ট' স্থানের সমান বেগ, এবং 'প' স্থানে 'য' এর সমান বেগ হইবে।

অতি সূক্ষ্ম একটি সূত্রে কোন ভারী গোল বস্তু বাস্তবিক কুলাইলে দোলক প্রস্তুত হয়। ঐ প্রকার দোলক যতী যন্ত্রে ব্যবহৃত হইয়া

থাকে। উহার নীচে যে ভারী বস্তুটি থাকে, তাহার নাম বোলপিণ্ড। যে স্থল বাতাসের স্বারা ঐ পিণ্ড বদ্ধ থাকে, তাহার নাম যোজক স্থল; ঐ যোজকস্থল বাহ্যতে বদ্ধ থাকে, তাহার নাম কীলক। দোল পিণ্ডকে এক পাশে কিঞ্চিৎ টানিয়া ছাড়িয়া দিলেই উহা পুনঃ পুনঃ আন্দোলিত হইতে থাকে। অর্থাৎ উহা গহ্বরাকার পথে একবার উচ্চ হইতে নীচে নামিয়া আইর্শে এবং পুনর্বার নীচ হইতে উপরে উঠিয়া যায়। উপর হইতে নীচে নামিবার কারণ পৃথিবীর মাধ্যাকর্ষণ, সুতরাং সেই গতি পূর্বোক্ত নিয়মানুসারে সম-বর্দ্ধমান বেগে নিম্পন্ন হয়। কিন্তু যখন উহার উর্দ্ধ গমন হয়, তখন মাধ্যাকর্ষণ ঐ গতির প্রতিবন্ধকতা করে। অতএব ঐ উচ্চ গতি সম-হ্রাসমান বেগে হইয়া থাকে। কিন্তু পূর্বেই বলা গিয়াছে যে, কোন নির্দিষ্ট পরি-মাণ বেগে অস্তিত্বে যত সময় লাগে, তাহার ফল হইতেও সেইরূপ তৎ-পরিমিত কালের আবশ্যকতা আছে। উক্ত দোলকের উর্দ্ধ গমন এবং অধঃপতন উভয়ই সমকালে হইয়া থাকে। দোলকের একবার অধঃপতন ও উর্দ্ধ গমন হইলেই একবার দোলন হইল বলা যায়।

কোন দোলকের প্রত্যেক দোলনে সমান সময় লাগে; তাহার কারণ, প্রথম বার অধঃপতনে মাধ্যাকর্ষণ উহার প্রতি যতক্ষণ বল দেয় এবং সেই বল সমুদায় ক্ষয় হইতে হইতে যদি বোলপিণ্ড অপর দিকে ততক্ষণ ধরিয়া উঠে, তবে সেই স্থান হইতে নামিবার কালেও মাধ্যাকর্ষণ দ্বারা প্রথম বারের সমান বলই অধঃপতন হইবে। সুতরাং তৎক্ষণাৎ দোলক আবার অপরদিকে অগতির গতি পর্যন্ত উচ্চ হইয়া উঠিবে। এই প্রকার পুনঃ পুনঃ হওয়াতে সকল দোলনেরই কাল সমান হয়। ফলতঃ যদি বায়ু এবং কীলকের ঘর্ষণ প্রতিবন্ধক না হইত তবে দোলকে একবার ছুঁড়িয়া দিলে তাহার আর কদাপি আপনা হইতে স্থির হইতে পারিত না।

দোলকের এইরূপ সম-সাময়িক হুণ নিশ্চয় করিয়া-পণ্ডিতেরা দোলক দ্বারা যটী যন্ত্রে এক প্রকার সম-বেগের কাঁচা নিম্পন্ন করিয়া-ছেন। যটী যন্ত্রের ভিতরে একটী দস্তুর চক্র থাকে তাহার নাম স্কেপ্-মেণ্ট। আর দোলকের কীলকের সন্নিধানে একটী ধাতুঘর যিশুদ যন্ত্র উন্নতমুখ হইয়া থাকে। উহার শৃঙ্গদ্বয়কে 'পালেট' বলে, এই পালেট দোলক কর্তৃক পরিচালিত হয়। দোলকের একবার পরিচালনে উহার এক একটী শৃঙ্গ একবার করিয়া উক্ত স্কেপ্-মেণ্ট চক্রের দশে বদ্ধ হয় আবার ছাড়িয়া যায়। এইরূপে উক্ত চক্রে যতগুলি দশ থাকে, দোলকটী ততবার না হুলিলে চক্রটীর একবার সম্পূর্ণ আবর্তন হয় না। অতএব যদি দোলকটী এমত হয় যে, উহা এক সেকণ্ডে একবার মাত্র হুলে তাহা হইলেই স্কেপ্-মেণ্টের যত দশ, তত সেকণ্ডে এই চক্র একবার ঘুরিতেছে নিশ্চয় হইবে। এদিকে এই পর্য্যন্ত স্থির হইলেই আবার এই স্কেপ্-মেণ্টের ঘোরে অন্যান্য চক্র পরিচালিত করিয়া যটী মিনিট, সেকণ্ড প্রভৃতি কাঁটা যেরূপে যথা নিয়মে চলিতে পারে এমন উপায় করা যায়।

সকল দোলকই কিছু এক সেকণ্ডে একবার হুলে এমত নহে। দোলকের যোজক-স্থর যত দীর্ঘ হয় উহার দোলনে তত অধিক কাল লাগে। এই বিষয় অনায়াসেই পরীক্ষা করিয়া লওয়া যাইতে পারে। দেখ, একটী রজ্জুতে কোন দ্রব্য বন্ধন করিয়া যদি তাহাকে হুলাইয়া দেওয়া যায় এবং সেই সময়ে এই রজ্জুকে ক্রমে ক্রমে হ্রাস করা যায় তাহা হইলেই দেখিতে পাওয়া যাইবে যে, প্রথমে এক একবার হুলিতে যত সময় লাগিতেছিল, পরে আর তত সময় লাগে না, অর্থাৎ পূর্বা-পেক্ষা শীঘ্রতর হুলিতে থাকে।

যদি এমত হইল তবে অবশ্যই বলা যাইতে পারে যে, কোন দোলকের কীলক-সন্নিহিত ভাগ যত বেগে চলিতে পারে তাহার সর্ব নিম্ন-ভাগ কখনই তত বেগে যায় না। এই রূপে এই বেগ উপর হইতে যত

নীচে আইসে উত্তই অংশ হয়, আর নীচ হইতে যত উপরে যার ততই বদ্ধিত হয়। অতএব এমনত বলা যাইতে পারে যে, দোহুলামান দোলকের নিম্ন দিকের অণুগুলি উপরিস্থ অণু সকলের বেগে ক্রম্ব করিয়া এবং ঐ উপরিস্থ অণু সমস্তের যোগে বদ্ধিত-বেগে হওয়াতে সকল বেগের সঙ্কাতকল যে মধ্য-বেগ তাহাতেই দোলনের গতি সম্পাদিত হইতেছে। অতএব আপনা হইতেই সেই মধ্য বেগে চলিতে পারে এবং একটা অণুও অবশ্য ঐ দোলক মধ্য অবস্থিত আছে। ঐ মধ্য-বেগ বিশিষ্ট অণুটির বেগ নিম্নস্থ অণু সকলের বেগ অপেক্ষা অধিক এবং উপরিস্থ অণু সকলের অপেক্ষা অল্প। সেই অণুটির প্রকৃত বেগেই দোলন হইয়া থাকে। তাহাঁই যে স্থান তাহাকে দোল-মধ্য বলা যায়। দোল-মধ্য যদি উন্নত হইয়া উঠে তবে দোলকের বেগ বৃদ্ধি হয় আর যদি নত হইয়া পড়ে তাহা হইলে দোলকের বেগ হ্রাস হয়। অতএব কোন দোলককে সমবেগে পরিচালিত করিতে হইলে, দোল মধ্যটী তাহাতে সর্বকাল সমভাবে থাকে এমনত করিয়া রাখা আবশ্যক। স্বত্বে ভেদে তাণের তারতম্য ঘটয়া থাকে। তাণের আদিকা হইলে সকল বস্তুই বিস্তৃত হয়। সুতরাং গ্রীষ্মকালে দোলক বিস্তৃত হওয়াতে দোল-মধ্য নামিয়া আইসে তাহাতে দোলকের বেগ হ্রাস হইয়া ঘটী যন্ত্রের বৈলক্ষণ্য জন্মায়। আবার শীতকালে ইহার বিপরীত ঘটে। এই সকল বৈষম্য নিবারণের নিমিত্ত পাণ্ডিতেরা যে সকল বিবিধ উপায় অবধারণ করিয়াছেন তাহা এখানে বক্তব্য নহে। পরন্তু সকলেরই জানা আছে যে, বড়ী 'কাঁঠ' অর্থাৎ ক্রত-বেগে চলিলে দোলপিণ্ডকে কিঞ্চিৎ নামাইয়া আর 'সুঁ' অর্থাৎ মন্দগতি হইলে ঐ পিণ্ডকে কিঞ্চিৎ উন্নত করিয়া দিতে হয়।

পাণ্ডিতেরা দোলক বিষয়ে যে, এই মাত্র নিরূপিত করিয়াছেন এমনত নহে। গণিতের সাহায্যকলম্বন করিয়া দোলকের দৈর্ঘ্য এবং উহার দোলন-কাল ইহাদের পরস্পর সম্বন্ধও নিশ্চয় করিয়াছেন। অর্থাৎ

যদি ১ হাত এবং ৪ হাত পরিমিত দুইটা রজ্জু দ্বারা দুইটা দোলক প্রস্তুত করিয়া উভয়টিকে একবারে তুলিয়া দেওয়া যায় তবে দুটো হইবে যে প্রথমটী যে সময়ে দুই বার তুলে সেই সময়ে দ্বিতীয় একবার মাত্র তুলিবে। এক্ষণে দৈর্ঘ্যের সংখ্যা এবং কালের পরিমাণ লইয়া বিবেচনা করিলেই বোঝা হইবে যে, দোলকের দৈর্ঘ্য, দোলন কালের বর্ণানুসারে বৃদ্ধি হয়। অতএব যদি 'দৈ' দৈর্ঘ্যের এবং 'ক' কালের সংকেত হয়, তবে উক্ত সম্বন্ধ এইরূপে প্রকাশিত হইতে পারে—যথা

$$\text{দৈ} : \text{দৈ} = \text{কা} : \text{কা} ।$$

যদি পৃথিবী সর্বতোভাবে গোল অথবা নিশ্চল হইত তাহা হইলে দোলকের বিষয়ে আর অধিক অনুসন্ধানের আবশ্যকতা থাকিত না। পৃথিবীর কোন এক দেশে কত বড় দোলক এক সেকণ্ডে একবার তুলে ইহা পরীক্ষা দ্বারা নিশ্চয় করিয়া সর্বত্র সেই পরিমাণ দোলক নির্মাণ করা যায় তাহার দোল-মধ্য যাহাতে সমভাবে থাকে এমন উপায় করিতে পারিলেই সর্বস্থানে দোলকের কার্য একরূপেই সম্পাদিত হইতে পারিত। কিন্তু পৃথিবী ঠিক গোলা নহে। ইহার নিরক্ষদেশে মেক প্রদেশ অপেক্ষা ২৬ ইংরাজী মাইল ক্ষীত হইয়া আছে। সুতরাং তথায় মাধ্যাকর্ষণের বল অপেক্ষাকৃত অল্প। আবার পৃথিবী উভয় মেকগত বাসকে অক্ষ স্বরূপ করিয়া নিরন্তর ঘূর্ণিত হইতেছে। সুতরাং ঐ ঘূর্ণন-জনিত কেন্দ্র-বিন্দু-বল মেকদেশে অপেক্ষা নিরক্ষদেশে সর্বাধিক প্রবল। ইহাও তত্ত্বক্ষেপে মাধ্যাকর্ষণ বল হইবার এক মহৎ কারণ। এই দুই কারণ বশতঃ মেকদেশে মাধ্যাকর্ষণ বল নিরক্ষ বলের উপর তাহার ১৮০ ভাগের এক ভাগ হ্রাস হইয়া গিয়াছে। এক্ষণে বিবেচনা কর মাধ্যাকর্ষণ পৃথিবীর কোন স্থানে অধিক আর কোন স্থানে অল্প হইল, তবে অবশ্যই এক দোলকের ভিন্ন ভিন্ন স্থানে যে ভিন্ন ভিন্ন কালে দোলন হয় ইহা প্রতীত হইবে। যদি দোলনের কাল সমান করিয়া রাখিতে হয় তাহা হইলে উভাভিগের দৈর্ঘ্য

কদাপি সমান প্রাপ্য হইবে না । যেকোনো দিশে যে দোলক এক সেকণ্ডে ঘুরিলে নিরক্ষদেশে তাহা তথ্যপেক্ষা কিঞ্চিৎ ক্ষুদ্র না হইলে এক সেকণ্ডে একবার ঘুরিলে না । পরীক্ষা দ্বারা নিশ্চিত হইয়াছে যে, দোলককে লণ্ডন নগরে ৩৯.১৩৯ ইঞ্চি কলিকাতায় ৩৯.০৫৫ * ইঞ্চি, আর ঠিক নিরক্ষ রূতের উপর ৩৯.০২১ ইঞ্চি পরিমিত করিলে উহা প্রতি সেকণ্ডে এক একবার ঘুরে । পূর্বেই বলা গিয়াছে যে, আঙ্গিক গতি বশতঃ পৃথিবীর নিরক্ষ দেশে কেন্দ্র-বিমুখ-বল অধিক হওয়াতে তথ্যর মাধ্যাকর্ষণ-কিঞ্চিৎ হ্রাস হইয়া গাছে ; অতএব যেকোনো দেশে দোলক এক সেকণ্ডে একবার ঘুরে তাহাকে নিরক্ষদেশে আনিয়া উক্ত দোলন সমতারে রাখিতে হইলে উহাকে কিঞ্চিৎ হ্রাস করিয়া ফেলিতে হয় । অতএব ইহাতেই দোলক দ্বারা পৃথিবীর আঙ্গিক গতি এক প্রকার সপ্রমাণ হইয়াছে, এমত বলা যাইতে পারে । কিন্তু অনতি-কাল গত হইল ফ্রান্সদেশ-বাসী ফকুর্ট নামক জনৈক পদার্থ তত্ত্ববিৎ পণ্ডিত দোলক দ্বারা পৃথিবীর গতির চাক্ষুষ প্রত্যক্ষ করাইয়াছেন । তদ্বিষয় অবগত হইলে দোলকের আর একটা প্রকৃতি স্পষ্ট বোধ হয়, এই হেতু তাহা এই স্থলে উল্লিখিত করিয়া প্রকরণ সমাপ্ত করা যাইতেছে ।

পৃথিবীর প্রতিরূপ যে সকল কৃত্রিম গোলক প্রস্তুত হইয়াছে তাহার একটা লইয়া দেখিলেই বোধ হইবে যে, উহার মেরু ভিতর দিয়া অনেক গুলি রেখা গমন করিয়াছে । এই গুলিকে যথা-যেথা বা দ্রাঘিমা রেখা বলা যায় । আর নিরক্ষ-রূতের সমান্তরাল আর কতকগুলি রূতও যেকোনো বিন্দু করিয়া এই গোলকের উপর ক্রমশঃ বিস্তৃত হইয়া থাকে । সেই গুলিকে অক্ষাংশ-রূত বলা

* এই পরিমাণ কোন প্রামাণিক ঐক্য হইতে আরম্ভ হওয়া যায় নহি—কিন্তু বোধ হয়, ইহাকে অধিক সূক্ষ্ম না পাকিলে । কোন বিজ্ঞ ব্যক্তির সঙ্গারতাব ইহা নিরূপিত হইয়াছে ।

বার। তন্মধ্যে মেকর অভ্যন্তর সমীপবর্তী কোন একটী অক্ষাংশ-
বৃত্ত এবং তদন্তর্গত মধ্য-রেখা-ভাগ সমুদায়ের প্রতি দৃষ্টি করিলে
এমত বোধ হয় যেন, মেকই ঐ বৃত্তটির কেন্দ্র, এবং মধ্য রেখা গুলি
ঐ কেন্দ্র হইতে বাহির হইয়া ব্যাসার্দ্ধ স্বরূপে ঐ বৃত্ত-পরিধিতে
সংলগ্ন হইয়া রহিয়াছে। অতএব যদি একটী গোল টেবিল লইয়া
তাহার ঠিক মধ্যস্থান হইতে চতুর্দিকে উহার পরিধি পর্য্যন্ত সরল রেখা
সকল টানা বার তবে উহা পৃথিবীর ঐ ভাগের অনুরূপ হইল এমত
বলা যাইতে পারে। পৃথিবীর কোন ভাগ টেবিলের ন্যায় সমপৃষ্ঠ
নহে বলিয়া উক্ত সাদৃশ্যের যে বৈলক্ষণ্য বোধ হয়, তাহা অতি
সামান্য, অতএব এস্থলে গুরুত্ব্য নহে। বিশেষতঃ মেক প্রদেশে কিছু
চাপা আছে, পৃথিবীর অন্যান্য ভাগ যত গোল ঐ স্থান তত গোপ-
নয়। যাঁহা হউক, এক্ষণে উক্ত টেবিলটিকে কোন ঘরের ভিতর
লইয়া উহাতে অঙ্কিত কোন রেখাকে ঐ ঘরের একটী প্রাচীরের সমা-
স্তরাল ভাবে সংস্থাপিত করত সেই রেখার ঠিক উপর দিয়া দ্রুতিতে
পারে এমন করিয়া একটী দোলক রাখিয়া দাও। অর্থাৎ দুইটী কাঠি-
কার একাধি পরস্পর সন্মুখ করিয়া সেই কাঠিকাদ্বয়কে উক্ত রেখার
উভয় পার্শ্বে দণ্ডায়মান করত তাহাদিগের সন্ধিস্থান হইতে দোলক-
টিকে ঐ রেখার ঠিক উপর দিয়া দোলায়মান করিয়া দেও।

অনন্তর দোলক দ্রুতিতে আরম্ভ করিলে ইহাকে টানিয়া ক্রমে ক্রমে
টেবিলের চতুর্দিকে ঘুরাইয়া আন। তাহা হইলে দৃষ্ট হইবে যে,
দোলক প্রথম রেখা হইতে যত দূর অপস্থত হউক না কেন, উহার
দোলনের দিক্ কদাপি পরিবর্তিত হয় না। অর্থাৎ প্রথমে যে রেখার
উপর দিয়া ঘরের যে প্রাচীরের সমান্তরাল ভাবে দোলাইয়া দেওয়া
হইয়াছিল, দোলক টেবিলের এক পার্শ্ব হইতে অপর পার্শ্বে সরিয়া
গেলেও সেই ভাবেই অবিরত দ্রুতিতে থাকে। সুতরাং ঐ টেবিলের
মধ্যস্থান হইতে যে সকল ব্যাসার্দ্ধ টানা আছে, সেই গুলির সহিত

দোলকগুলিকের ক্রমশঃ বৃহত্তর বৃহত্তর কোণ জন্মিয়া থাকে । ফলতঃ টেবিলের চতুর্থাংশ ঘুরিলে ঐ কোণ ৯০ অংশ প্রাপ্ত হয় ।

বাস্তবিক মেক প্রদেশে গিয়া একটী সুবৃহৎ দোলক সংস্থাপিত করিয়া রাখিলেও ঠিক এই প্রকারই দেখিতে পাওয়া যায়—অর্থাৎ ঐ দোলককে একটা মধ্য-রেখার উপর দিয়া দোলায়মান করিলে ৬ ঘণ্টার পর ঐ রেখায় এবং দোলনের দিকে ৯০ অংশ পরিমিত কোণ জন্মে । তদনেক্ষা অল্প সময়ে অপেক্ষাকৃত ক্ষুদ্রতর কোণ হয় । কিন্তু টেবিলের উপর দোলককে ক্রমে ক্রমে চতুর্দিকে ঘুরাইয়া আনা হই-
রাছিল বলিয়া উক্তরূপ কোণ জন্মিয়াছিল । এ স্থলে কেহ দোলককে হস্ত দ্বারা ঘুরাইয়া আনে নাই, তথাপি কি হেতু ঐ প্রকার ঘটিল ? । অতএব অবশ্য স্বীকার করিতে হইবে যে, এস্থলে দোলক মেকের চতুর্দিকে ঘুরিয়াছে । কিন্তু পৃথিবীতে প্রোথিত দোলক কখন পৃথিবী = ঘুরিয়া ঘুরিতে পারে নাই । অতএব নিশ্চিত হইল যে, পৃথিবী মেকের চতুর্দিকে ঘুরিয়া আসিয়াছে । যদি পৃথিবী যুক্রোমর তুল্য মনতঃ সত্য হয় হইলে মধ্য-রেখা হওয়াতে পৃথিবীর সর্ব স্থানেই এই প্রকার পরিবর্তন কারয়া লওয়া বাইতে পারিত, কিন্তু পৃথিবী সম-
তল নহে । এই জন্য মেক হইতে যত দূর উত্তর বা দক্ষিণে যাওয়া যায়, ততই উক্ত কোণ ক্রমশঃ ক্ষুদ্রতর হইতে থাকে, এবং ঠিক নিরক্ষ
বৃত্তের উপর ঐ কোণ কিছুই হয় না ; তথাপি দোলককে যে মধ্য-
রেখার উপর দোলায়িত করা যায়, উহা তাহারই উপর দিয়া সর্বক্ষণ
হুলিয়া থাকে, কিন্তু নিরক্ষবৃত্তের কিঞ্চিৎ উত্তর বা দক্ষিণে পরীক্ষা
করিয়া দেখিলে উক্ত ব্যাপার স্পষ্টরূপে প্রত্যয় হইতে পারে ।

যে স্থানে এই পরীক্ষা করিতে হইবে, তথায় একটী সুদীর্ঘ দোলক
প্রস্তুত করিবে । ঐ স্থানের মধ্য-রেখা নির্ণয় করতঃ * তাহার উপর দিয়া

* কোন স্থানের মধ্যরেখা নির্ণয় করণ অগ্নিক কঠিন হয়, ত্রিঘট দিনে অর্থাৎ আধিন
দ্বৈত মাসের ১২ম দিবসে কোন অদ্যাত ভূভাগে একটী কাঠিকা প্রোথিত কর । বেলা

দোলপিণ্ডকে দোলায়মান করিতে হইবে, তাহা করিলে কোন নির্দিষ্ট কাল মধ্যে যত অংশ পরিমিত কোণ হইতে পারে তাহা নিশ্চয় করা আবশ্যিক। সেই কোণের যে পরিমাণ অক্ষাংশেরও সেই পরিমাণ।

এস্থলে ইহাও বলা আবশ্যিক যে মাথা কর্বনের ভারতম্য প্রযুক্ত যেমন পৃথিবীর সর্বস্থলে এক দোলকের সমান কালে আন্দোলন হয়না, তেমনি উৎকৃষ্ট বা নিকৃষ্ট পদার্থ সমস্তেরও সর্বদেশে সমান বেগে ভূমিতে পতন হয় না। কোন নির্দিষ্ট কাল মধ্যে যেক প্রদেশে নিকৃষ্ট ভ্রবা যত বেগে আসিয়া ভূমি স্পর্শ করে নিরক্ষ দেশে-তত বেগে স্পর্শ করে না। দোলকের দৈর্ঘ্য এবং নিকৃষ্ট বস্তুর পতন স্থান ও উভয়ে একতী বিচিত্র সম্বন্ধ আছে, তাহার দ্বারা ঐ দুইয়ের মধ্যে কোণ একতীর পরিমাণ জানা থাকিলে অন্যরাসেই অপরটী প্রকাশিত করিতে পারা যায়।—যদি প্রথম সেকণ্ডে কোন নিকৃষ্ট বস্তু কোন দেশে কত ফুট পড়ে উঠা জানা যায়, তবে সেই অঙ্ক সংখ্যাকে ৪১১২ দ্বারা ভাগ করিলেই উক্ত দেশের ঘটিকা বৃত্তের দোলকের দৈর্ঘ্য যত ইঞ্চি হইবে তাহা স্থির হইয়া থাকে। আর যদি তথাকার এক সেকণ্ডে একবার-গামী দোলকের দৈর্ঘ্য কত ইঞ্চি ইহা জানা থাকে, তবে সেই ইঞ্চি সংখ্যাকে ৪১১২ দ্বারা গুণ করিলেই ঐ দেশে নিকৃষ্ট বস্তু প্রথম সেকণ্ডে কত ফুট পড়ে তাহাও নিশ্চয় অবধারিত হইয়া থাকে। দোলক সম্বন্ধে

দুই প্রহরের পূর্বে কোন সময়ে কাঙ্ক্ষিত দ্বারা কত দূর পড়ে দেখিয়া সেই দ্বারা প্রমাণ ব্যাসার্ধ এবং ঐ শঙ্কুর বুলকে কেন্দ্র করিয়া একতী বৃত্ত টানিয়া রাখা। পরে দুই প্রহরের পর আবার কোন সময়ে ঐ শঙ্কুর দ্বারা ঐ বৃত্তের পরিধিকে স্পর্শ করে অর্থাৎ পূর্বোক্ত শঙ্কুর দ্বারার ঠিক সমান হয় তাহা বিশেষ করিয়া দেখ। অন্তর্য পূর্বোক্ত বৃত্তে দুই দ্বারা ব্যাসার্ধ হইয়া যে একতী বৃত্তাংশ হইল, সেই বৃত্তাংশের পরিধিকে সমান দুই ভাগে বিভক্ত কর; পরে শঙ্কুর বুলদেশ হইতে ঐ ছেদ দ্বানে যে সরল রেখা টানিলে তাহাই সংখ্যেখ্য প্রতিরূপ হইবে।

গণিত সম্পূর্ণ যাহা যাহা কথিত হইল তত্ত্বগত প্রশ্নের উপপত্তি দ্বারা তাহা অধিকতর স্পষ্ট করা যাইতেছে ।

১ প্রশ্ন । কলিকাতার, লগুনে এবং নিরক্ষরস্থে নিকিণ্ড বস্ত্র প্রথম সেকণ্ডে কোথায় কত ফুট পড়ে ? এখানে জানিতে হইবে যে, কলিকাতার দোলক ৩৯.০৫৫ ইঞ্চি ;

সুতরাং $৩৯.০৫৫ \times .৪১১২ = ১৬.০৪৯$ ফুট অর্থাৎ ১৬ ফুট এবং ২ ইঞ্চি অপেক্ষা কিঞ্চিৎ অধিক ।

লগুনের দোলক ৩৯.১৩৯ ইঞ্চি, অতএব $৩৯.১৩৯ \times .৪১১২ = ১৬.০৯৪$ ফুট—অর্থাৎ ১৬ ফুট এবং ১ ইঞ্চি অপেক্ষা কিঞ্চিৎ অধিক ।

নিরক্ষর দোলক ৩৯.০২১ ইঞ্চি ; তবে $৩৯.০২১ \times .৪১১২ = ১৬.০৪৫$ ফুট—অর্থাৎ ১৬ ফুট এবং ২ ইঞ্চি অপেক্ষা কিঞ্চিৎ অল্প ।

এখন । নিরক্ষরস্থে ১২ সেকণ্ডে একবার মাত্র ছুলিবে যে দোলক তদ্ব্যতির দৈর্ঘ্য কত হইবে ? ।

একনে দৈ : দৈ = কাঃ কাঃ এই সূত্র অরণ করিয়া অঙ্ক পাতন করিতে হইবে । যথা—

$$১২ : (১২)২ = ৩৯.০২১ : দৈঃ$$

∴ দৈ = $৩৯.০২১ \times (১২)² = ৩৯.০০১ \times ২.২৫ = ৮৭৮$ ইঞ্চি অর্থাৎ, অথবা $৮৭৭.৮১২ = ৭.৩$ ফুট ।

সপ্তম অধ্যায় ।

তার কিরূপে জানা যায় ?—তার মধ্যস্থান নিরূপণ করিবার উপায় কি?—নিরতাকার ধবতলের তার-মধ্য কিরূপ হয়?—নিরতাকার যম কন্ডের তার-মধ্য কোথায় কোথায় হয়?—অব্যের স্থায়ী-ভাব, অস্থায়ী-ভাব এবং স্তব-ভাব কেমন?—নানা উদাহরণ ।]

কোন অব্যের কত তার ইহা বোধ হওয়া য়ে, দর্শন, জীবন, যুগ রসনা প্রভৃতি কোন ইন্দ্রিয় দ্বারা হইতে পারে না উহা বলা বাহুল্য ।

উক্ত প্রত্যক্ষ সচরাচর ভগিন্দ্রের কার্য বলিয়া উদ্ভিখিত হইয়া থাকে, কিন্তু ত্বক্ দ্বারা কে উষ্ণ, কে শীতল, কে বন্ধুর, কে মণ্ডন, আর কোন্ ত্রব্য কঠিন বা কোন্ ত্রব্য কোমল ইহাই বুঝিতে পারা যায়। কলতঃ কোন্ ত্রব্যের গায়ে হাত বুলাইয়া যাহা যাহা জানিতে পারি যায়, জড় পদার্থের তাদৃশ গুণ সকলই ভগিন্দ্রের গ্রাহ বলিতে হইবে। কিন্তু কোন্ পদার্থ গুণ কে বা লঘু তাহা কদাপি সেই সেই ত্রব্যের গাত্রে হাত বুলাইয়া বুঝিতে পারা যায় না। সুতরাং ইহাকে পঞ্চ-বিধ প্রত্যক্ষের অতিরিক্ত প্রত্যক্ষ বলিতে হইবে*। ত্রব্যের গুণত্ব অনুভব করিতে হইলে তাহাকে হস্ত দ্বারা বা অন্য কোনরূপে তুলিয়া বুঝিতে হয়। কিন্তু কোন ত্রব্যকে তুলিতে হইলেই আমাদিগের শরীরস্থ মাংসপেশীতে টান পড়ে। যে ত্রব্য তুলিতে বত টান পড়ে তাহাকে তত ভারী বোধ হয়।

আমাদিগের শরীরান্তর্গত বত প্রকার সূত্রবৎ পদার্থ আছে, সকলেরই সাধারণ নাম শিরা; সুতরাং শিরা অনেক প্রকার। তন্মধ্যে মাংসপেশী ও এক প্রকার শিরা। এই হেতু মাংসপেশী দ্বারা যে জ্ঞান হয় তাহাকে শৈরজ্ঞান বলা যাইতে পারে। অতএব ভার শৈর প্রত্যক্ষ দ্বারা অনুভূত হয়। অন্য কোন ইন্দ্রিয় ঐ জ্ঞানের উদ্বোধক হইতে পারে না।

এক্ষণে কোন ত্রব্যকে তুলিতে হইলে যে, মাংসপেশীতে কি জ্ঞান টান পড়ে, তাহা বিবেচনা করা যাইতেছে;—পৃথিবীর মাধ্যাকর্ষণ অত্যন্ত প্রবল। সেই প্রবল আকর্ষণের প্রভাবে সকল জড় পদার্থই পৃথিবীর মধ্যাভিমুখ-গামী হইতে চাহে। সুতরাং যদি আমরা উহাদিগের ঐ গতি দিবারণ করিতে বাধা করি, তবে পৃথিবী যে বলে

* "ভাষাপরিচ্ছেদ" নামক সংস্কৃত গ্রন্থে ভারকে* অতীন্দ্রিয় বলিয়া উদ্দেশ্য করিয়াছেন অতএব ভারজ্ঞান যে পঞ্চবিধ প্রত্যক্ষের অতিরিক্ত একথা আত্মবিশ্বাসেরও অনুভব বটে।

উদ্ভাগে আকর্ষণ করিতেছে, সেই পরিমাণে প্রতিকূল বল বিমিরোগ করা আবশ্যিক হয় ; সুতরাং তাহা প্রয়োগ করিতে গেলেই মাংস পেশীতে টান পড়ে। যেমন কোম রজ্জুর দুই দিক ধরিয়া দুই জনে টানিতে থাকিলে সেই রজ্জুতে টান পড়ে, এই স্থলেও অবিকল সেই-রূপ আমাদের মাংসপেশীতে টান পড়িয়া থাকে, শরীরের মাংস-পেশী সকল রজ্জু স্বরূপ। কোম ঔষ্য তুলিতে গেলেই তাহাদিগকে পৃথিবী এক দিকে টানে এবং আমরা তদ্বিপরীত দিকে টানিতে থাকি।

পৃথিবী যে বস্তুকে আকর্ষণ করে, সেই বস্তুর প্রতি পরমাণুকেই পৃথকরূপে আকর্ষণ করিয়া থাকে। কিন্তু আমরা বখন ঐ বস্তুকে তুলিয়া রাখি, তখন উহার প্রতি কেবল একটি মাত্র বল প্রয়োগ করিয়া থাকি। অতএব অবশ্য স্বীকার করিতে হইবে যে, পৃথিবীর সকল আকর্ষণ গুলি মিলিয়া একটি আকর্ষণের ন্যায় কার্য করে। নচেৎ একটি মাত্র প্রতিকূল বল কদাপি ঐ সকল আকর্ষণের সমান হইতে পারিত না।



পার্থক্য চিত্রে, দৃষ্টি করিয়া দেখ বেল, 'ক' ও 'খ' দুইটা পরমাণু মাধ্যাকর্ষণ প্রভাবে 'ক' এবং 'খ' অভিমুখে আকৃষ্ট হইতেছে। কিন্তু কোন কারণ বলতঃ 'ক' এবং 'খ' ইহারা পরস্পর এমন রূপে সম্বদ্ধ হইয়া আছে যে, কেহ কাহাকে ছাড়িয়া যাইতে পারে না। যদি ঐ 'ক' এবং 'খ' 'ন' স্থান হইতে উদ্ধৃতাগে আকৃষ্ট হয়, এবং তদ্বারা উহাদের নিম্ন গতির

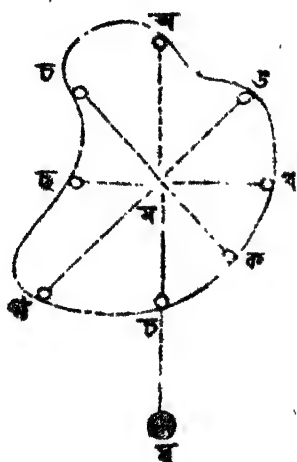
প্রতিরোধ হয়, তবে অবশ্য বলা যাইতে পারে যে, এক 'ন' স্থানের

‘মধ্য’ নামক বল ‘কচ’ ‘খচ্ছ’ এই দুইটি বলের সমান । উপরিস্থ চিত্রে প্রত্যক্ষ দেখা যাইতেছে যে, ঐ ‘মধ্য’ বল ‘মজ্জা’ বলেরও সমান, সুতরাং ‘কচ’ এবং ‘খচ্ছ’ দুইটি বল ‘মজ্জা’ বলের সমান হইল ।

উক্তরূপ কারণ বলতঃ কোন সম-স্থূল লৌহ-শলাকার ঠিক মধ্যস্থানে ধরিলে, উহা স্থির হইয়া থাকে, কোন দিক্ নামিয়া পড়ে না । তাহার কারণ এই যে, ঐ শলাকার মধ্য-স্থানের দুই দিকে যত গুলি পরমাণু আছে তাহার সকলেই স্ব স্ব নিম্নাভিমুখে আকৃষ্ট হইতেছে । সুতরাং পৃথোক্ত নিয়মানুসারে বলা যাইতে পারে যে, ঐ সকল গুলির আকর্ষণ মিলিয়া মধ্য স্থান হইতে একটি আকর্ষণের ন্যায় কাৰ্য্য হইতেছে, অতএব সেই আকর্ষণের প্রতিকূল একটি বল প্রদান করিলেই সম-স্থূল লৌহ-শলাকা স্থির হইয়া থাকিবে ।

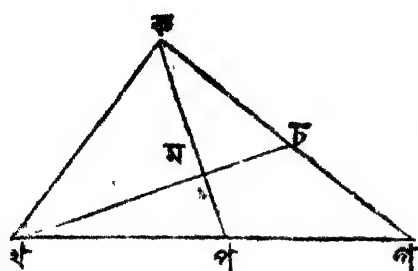
দ্রব্যের গঠন যেমন হউক না কেন, সকলেরই এই প্রকার একটি স্থান আছে যে, পৃথিবী ঐ দ্রব্যের প্রত্যেক পরমাণুকে যে বলে আকর্ষণ করে, সেই সকল আকর্ষণ যেন ঐ এক স্থানেই কাৰ্য্যকারী হয় । অতএব ঐ স্থান ধরিয়া রাখিলে দ্রব্যটি স্থির হইয়া থাকে, আর ঐ স্থান ধৃত না হইলে উহা কোন প্রকারেই স্থির হইতে পারে না । দ্রব্যের উক্তরূপ স্থানের নাম ভার-মধ্য । এক্ষণে এমত সিদ্ধান্ত করা যাইতে পারে যে, যদি ভার-মধ্য স্থানেই পৃথিবীর সকল আকর্ষণ কাৰ্য্যকারী হয়, তবে দ্রব্য মাত্রের ভার-মধ্য অবশ্য সর্বদাই পৃথিবীর মধ্যাভিমুখে হইয়া থাকিবে, আর কোন প্রতিবন্ধক না থাকিলে সর্বদা সেই দিকেই যাইবে । এইরূপ বিবেচনা করিয়া অনায়াসে সকল দ্রব্যের ভার-মধ্য স্থান নিরূপিত হইতে পারে । দ্রব্য যেৰূপ হউক না কেন, তাহার এক স্থান ধরিয়া উহাকে স্থলভিত্তিক বুঝা যাইবে যে, উহার ভার-মধ্য স্থান হাতের নীচে, পৃথিবীর মধ্যাভিমুখে হইয়া আছে । অতএব যদি ঐ সঙ্গে একটি ওলম দড়িও স্থলভিত্তিক ধরা যায়, তবে সেই ওলম দড়ির অনুক্রমে ঐ দ্রব্যের

ভার-মধ্যেও খুলিয়াছে ইহা নিশ্চিত হয়। পরে পূর্বোক্ত স্থান তির এই জ্বোয়ার আর কোন স্থান ধরিয়া আবার ওলন দড়ির সহিত খুলাইয়া দেখিলে এই দড়ি দুই বাইরে যে স্থান গিয়া যায়, তাহাই উক্ত জ্বোয়ার ভার-মধ্য নিশ্চিত হইয়া থাকে। নিম্নবর্তী চিত্রে ‘কথচপ’ নামক কোন একটা জ্বা। উহাতে ‘অ’ ‘উ’ ‘ম’ প্রকৃতি স্থানে এক



একটা ছিদ্র করিয়া তাহাতে দড়ি বাঁধিয়া একবার ‘অ’ হইতে আর এক-বার ‘উ’ হইতে এই দড়ি ধরিয়া ধরিয়া খুলাইয়া দেখিয়া গিয়াছে, এবং সেই সঙ্গে যে ‘অখ’ নামক গুণন দড়ি পাড়ি-য়াছিল তাহার অনুসারে ‘অমচ’ এবং ‘উমপ’ দুই রেখা পাত করা গিয়াছে। ‘ম’ স্থানে এই দুই রেখার গম্ভীৰ্ব হই-য়াছে। এইরূপে যত স্থান ধরিয়া যত প্রকারে খুলান যাউবে ওলন দড়ি

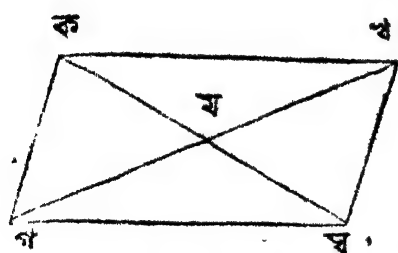
‘ম’ নামক চিত্রের ভিতর দিয়াই যাউকে। অতএব ‘ম’ ই এই জ্বোয়ার ভার-মধ্য। ‘ম’ এর নীচে একটা সূচী দিয়া ধরিয়া এই জ্বা সূচীর উপরেও স্থির হইয়া থাকিবে কোন নিকে পড়িয়া যা-ইবে না। সকল প্রকার জ্বোয়ারই ভার-মধ্য এইরূপে জানা যাউতে পারে। কিন্তু যাহাদিগের গঠন বিকোণ চতুর্কোণ প্রকৃতি কোন নির্দিষ্ট আকারে থাকে, সেই সকল নিয়তাকার জ্বোয়ার ভার-মধ্য অন্য প্রকারেও জানা যায়। তাহার কতিপয় উদাহরণ প্রদর্শিত হইতেছে।



‘কখগ’ একটি ত্রিভুজ ধরা-
তল, উহার ‘খগ’ এবং ‘কগ’
দুই ভুজকে ‘প’ এবং ‘চ’ স্থানে
সমদ্বিভাগ করিয়া ‘কপ’ এবং
‘খচ’ দুই রেখা পাত কর।

যে স্থানে ঐ দুই রেখার সম্পাত হইবে, সেই স্থানে ঐ ত্রিভুজের
ভার-মধ্য যথা ‘ম’। মাথিয়া দেখিলে ‘ম’ স্থানটী সমুদায় ‘কপ’

এর তিন ভাগ (অর্থাৎ মপ) = $\frac{2}{3}$ ‘কপ’ হইবে।



‘কখঘগ’ একটি সমান্তরাল চতু-
ভুজ ক্ষেত্র। উহার ‘কঘ’ এবং
‘গখ’ নামক দুই কর্ণরেখা টান।
যে স্থানে ঐ দুই কর্ণের সম্পাত
হইবে তাহাই ঐ ক্ষেত্রের ভার-
মধ্যস্থান যথা ‘ম’। এই স্থলে মাথিয়া দেখিলে জানা যাইবে যে ‘কম’

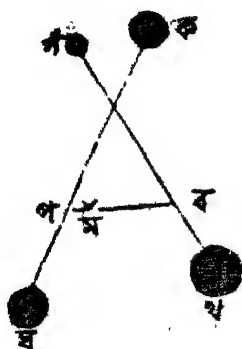
সমুদায় ‘কঘ’ এর অর্দ্ধেক (অথবা ‘কম’) = $\frac{1}{2}$ ‘কঘ’ এবং ‘গম’ = $\frac{1}{2}$ ‘গখ’

যদি কোন অতি ক্ষুদ্র একটি শলাকার দুই দিকে দুইটী ভার বদ্ধ
‘খ’কে, এবং তাহার একটী যদি $\frac{1}{2}$ সের এবং অপরটী $\frac{1}{8}$ সের আর
ঐ শলাকাটী ৪ হাত লম্বা হয়, তবে ঐ শলাকার ভার-মধ্য কোথায়
ইহা জানিতে হইলে শলাকাটী যত দীর্ঘ হইবে তাহাকে একটী ভার-
পরিমাণ দ্বারা গুণ করিবে, এবং ঐ গুণ-ফলকে উভয় ভারের সমষ্টি
দ্বারা ভাগ করিবে, তাহা করিলেই প্রথমে যে দিকের ভার দ্বারা গুণ

করা যায় নাই সেই দিক্ হইতে তার-মধ্য কত দূরে হইবে তাহা জানা

যাইবে। এখানে $\frac{২ \times ৪}{২+৪} = \frac{৮}{৬} = ১\frac{১}{৩}$ হাত ৮ অঙ্গুলি।

১৪ সের তার যে দিকে বদ্ধ আছে তাহা হইতে এতদূরে তার-মধ্য-স্থান।



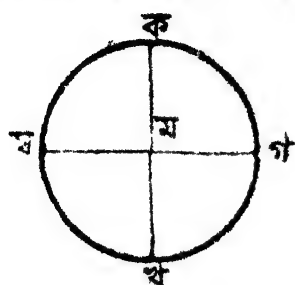
যদি চারিটা গোলা পৃথিবী চিত্রের ন্যায় একত্র বদ্ধ থাকে এবং তাহাদিগের তার-মধ্য-স্থান নিরূপিত করিতে হয়, তবে প্রথমতঃ পূর্ব নিয়মানুসারে 'ক' এর তার-মধ্য নির্দ্ধারিত করিতে হয়। তাহা যেন 'প' স্থানে হইল। তাহার পর আবার ঐ নিয়মানুসারে 'গ' এর তার-মধ্য বাহির করিতে হয়। তাহা যেন 'ব' স্থানে হইল। অনন্তর বিবেচনা ক-

রিতে হইবে যে, যেন 'প' স্থানে 'ক' এবং 'খ' উভয়ের তার মিলিত হইয়া আছে, এবং ঐরূপ 'ব' স্থানে 'গ' এবং 'খ' দুই তার একত্র হইয়া আছে। এক্ষণে 'প-ব' রেখা মাপিয়া আবার পূর্ব সূত্রের অনুসারে ঐ 'প-ব' এর তার-মধ্য বাচির করিতে হইবে। তাহা করিলেই সমুদায় চারিটা গোলার তার-মধ্য পাওয়া যাইবে, যথা 'ম' *। ঐ 'ম' স্থানে দড়ি বাঁধিয়া তুলিলে চারিটা গোলাই সমান হইয়া যুঁজিবে।

* যদি উপরিস্থ চিত্রে 'ক' ২ সের 'খ' ৪ সের এবং 'গ' (কয়ের কেন্দ্র হইতে 'গ'র কেন্দ্র পর্যন্ত রেখা) ৬ হাত হয়, আর 'প' ১ সের 'খ' ৪ সের এবং 'গ' (গ এর কেন্দ্র হইতে 'খ' এর কেন্দ্র পর্যন্ত রেখা) ১২ হাত হয়, তবে উপরি উক্ত ন্যূনতমসারে উভার এইরূপে উপস্থিতি হইবে, যথা

যদি 'ক' ২ সের 'খ' ৪ সের এবং 'গ' ৬ হাত হয়, তবে উপরি উক্ত ন্যূনতমসারে উভার এইরূপে উপস্থিতি হইবে, যথা

ঐষ্যের আকারানুসারে তাহার তার-মধ্য কখন সেই ঐষ্যের কোন ভাগে না হইয়া তাহার বাহিরেও পড়ে। অঙ্গুরীয়েই গাত্রে তাহার তার-মধ্য স্থান হয় না; উহার কেন্দ্রেই তার-মধ্য স্থান।



‘কগখগ’ নামক অঙ্গুরীয়েই ‘ক’ ও ‘খ’ স্থান একটা সূত্র দ্বারা এবং ‘গ’ ও ‘ঘ’ স্থান অপর একটা সূত্র দ্বারা বন্ধন কর। এই দুইটা সূত্রের সম্পাত স্থান ‘ম’ বিন্দুতেই উহার তার-মধ্য হইবে। সেই ‘ম’ কে অঙ্গুরীর উ-

পর ধারণ করিলে অঙ্গুরীর স্থির থাকে।

একটা লোঁহের তার যখন সরল থাকে, তখন উহাকে মাণ্ডিয়া ২৫ স্থান ঠিক মধ্যবর্তী হয় তাহাতে তার-মধ্য থাকে, কিন্তু এই তাবাক বাক্যায় যদি অঙ্গুরীয়, অঙ্গীজুরীয়, বা পমুর আকার করা যায়, তবে তার-মধ্য তাবের বাহিরে হইয়া পড়ে।

কাঁপা ঐষ্য মাঝেই প্রায় এইরূপে ঘড়িয়া থাকে। বাক্সের তার-মধ্য উহার ভিতরের স্থানেই হইয়া থাকে। কাঁপা কন্ডকেরও এইরূপ হয়। নিয়তাকার ঘন ঐষ্যের ভিতর এমন একটা সরল রেখা অনুভব করা বাইতে পারে যে, সেই রেখার প্রত্যেক বিন্দুতেই চতুষ্পাশ্বে

এবং ব দুইটা স্থান নিরূপিত হইলে ‘প’ রেখাটা কত মাণ্ডিয়া নিশ্চিত করিতে হইবে; যদি

$$\frac{\text{প} \times (\text{প} + \text{খ})}{\text{প} + \text{খ}} = \frac{২ \times (৪ + ১)}{৪ + ১} = \frac{২ \times ৫}{৫} = ২$$

হইতে ২ হাত হয়, তবে ‘প’

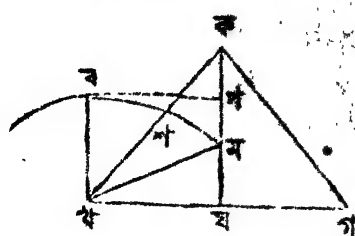
$$\frac{\text{প} + \text{খ} + (\text{ক} + \text{ঘ})}{(৪ + ১) + (৪ + ২)} = \frac{৫ + ৫}{৯} = ১$$

অর্থাৎ এইরূপ হইলে ভাব মধ্য-স্থান ‘প’ হইতে ঠিক ১ হাত অন্তরে হইবে। এখানে ইহাও বিবেচনা করা যাইতে পারে যে, ‘ক’ এবং ‘গ’ ইহাঙ্গিদের আন্তর্যের তার মধ্য ‘প’ এবং ‘খ’ বিন্দুতেই থাকিবে, কিন্তু যদি উহাঙ্গিদের পরস্পর-নিকট বা দূরত্ব করিয়া বন্ধন করা যায়, তবে ‘প’ রেখা উত্তর দশয়েই স্থান না থাকিতে ‘ম’ স্থান স্থির থাকিবে না। ফলতঃ বন্ধক কোণের নিয়মানুসারে ‘প’ এবং পরিমাপ নিরূপিত বসিয়া গওরা যায়। গজের সাহায্য নাগলেই তাহা অন্যায়সে সিদ্ধ হয়।

পরমাণু সকল সমভাবে বিনিবিলিত হইয়া থাকে । সুতরাং ভাদ্রশ ঘন পদার্থের ভাব-মধ্য অবশ্যই সেই রেখার কোন এক স্থানে থাকে । সেই স্থান কোথায় তাহাও কিঞ্চিৎ বিবেচনা করিয়া বুঝিলেই নির্দিষ্ট হইতে পারে ।

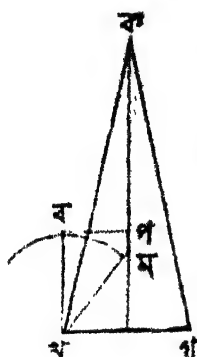
গোলকাকার ত্রব্যের ভাব-মধ্য কেন্দ্রে ; বৃত্ত-সূচীর ভাব-মধ্য তাহার উচ্চতাকে চারি ভাগ করিয়া তল হইতে প্রথম ভাগের উপরেই হয়, ত্রিকোণ সূচীরও ঐরূপ । স্তম্ভের অভ্যন্তরে ঠিক মধ্যস্থল দিয়া উপরি পর্য্যন্ত যে রেখা টানা যায় সেই রেখার মধ্য স্থলেই উহার ভাব-মধ্য ; ঘন-চতুর্কোণের দুই বিপরীত দিকের দুই মুখের উপর দুই কর্ণপাত করিয়া তাহাদিগের যে যে স্থলে সম্পাত হয় তাহা একটা সূক্ষ্ম শলাকা দ্বারা সংযুক্ত করিয়া দেও, সেই শলাকার ঠিক মধ্য স্থানে উহার ভাব-মধ্য হইবে । এইরূপে শলাকা বিদ্ধ করিয়া নিয়তাকার সকল পদার্থেরই ভাব-মধ্য নিরূপিত হইতে পারে ।

কোন ত্রব্যের ভাব-মধ্য কেমন স্থানে আছে ইহা জানিতে পারিলেই ঐ ত্রব্য ঐস্থানে দৃঢ়তর রূপে অবস্থিত আছে কিনা, তাহাও নিশ্চয় করিতে পারা যায় । ভাব-মধ্যের প্রকৃতি এই যে, উহা নিম্নে আসিতে চাহে । সুতরাং উহার সহিত নিম্ন ভাগের বস্তুদূর সংযোগ হইয়া থাকিবার সম্ভাবনা যদি কোন ত্রব্যে তাহাই থাকে, তবে ত্রব্যের ঐ অবস্থাকে স্থায়ী-ভাব বলা যায় । কিন্তু যদি তাহা না থাকে, তবে উহার অস্থায়ী-ভাব বলা গিয়া থাকে । ইহার কতিপয় উদাহরণ প্রদর্শিত হইতেছে । ‘কথগ’ একটি ত্রিকোণ সূচীত্রব্য । উহার ভাব-



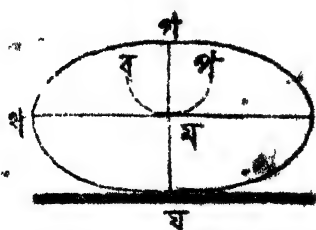
মধ্য স্থান ‘ম’ । ঐ ‘ম’ যত নীচে থাকিতে পারে তাহাই আছে । যদি ঐ ত্রিকোণ সূচীকে অন্য কোন প্রকারে অবস্থিত করিতে হয়, তবে

এমত করিয়া ঠেলিয়া দেওয়া আবশ্যক, যাহাতে 'ম' স্থানটী 'মশব' রেখা ক্রমে যায়। কিন্তু তাহা করিতে গেলে 'ম' কে উন্নীত করিয়া তুলিতে হয়। পরন্তু নিম্নাতিমুখে গমন করাই 'ম' এর স্বাভাবিক ধর্ম। সুতরাং এই ত্রিকোণ-সূচী যেভাবে অবস্থিত আছে তাহার অন্যথা-তান হওয়া উহার প্রকৃতি সিদ্ধ নহে; অতএব ইহাই ঐ দ্রব্যের স্থায়ী-ভাব। বস্তুতঃ এইরূপ ত্রিকোণ-সূচীকে উন্টাইয়া ফেলিতে অধিক বলের আবশ্যকতা রাখে।



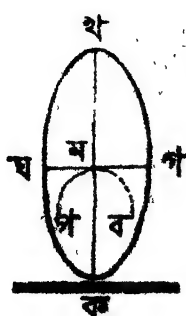
এই ত্রিকোণ-সূচীরও স্থায়ীভাব আছে বটে, কিন্তু পূর্বোক্ত দ্রব্যাপেক্ষা অস্পষ্টতর। কারণ ইহাকেও উন্টাইয়া ফেলিতে হইলে 'ম' স্থানকে কিঞ্চিৎ উন্নত করিতে হয়। কিন্তু পূর্ব প্রতিকৃতিতে উহাকে যত উন্নত করিতে হয়, এই স্থলে তত হয় না। যেহেতু প্রত্যক্ষ রেখা বাইতেছে যে, পূর্ব প্রতিকৃতিতে 'খম'

রেখা যত বড় এই স্থলে উহা তত দীর্ঘ নহে।



এই একটা ভিত্তিকার দ্রব্য, (পার্শ্বস্থ চিত্রে) 'ম' উহার ক ভার-মধ্য। 'ক'স্থানে চাপ দিয়া যদি 'ম'কে 'প' পর্যন্ত উন্নীত করা যায়, তবে ঐ চাপ ছাড়িয়া দিলে 'ম'

স্বভাবতঃ ই নিম্নে যাইয়া দ্রব্যটিকে পূর্বাবস্থা প্রাপ্ত করে। অতএব এই দ্রব্যের ভার-মধ্য 'প' পর্যন্ত উঠিলে কোন প্রকারেই স্থির হইয়া থাকিতে পারে না, আর তাহাতে দ্রব্যটির অবস্থান্তরও ঘটে না, এই জন্য ইহাকে উহার স্থায়ীভাব বলা যায়। কিন্তু যদি ভিত্তিকার দ্রব্যকে



(পাশ্চাত্য চিত্রবৎ) উহার দীর্ঘ ব্যাসের উপর স্থাপিত করা যায়, তবে 'ম' স্থান হইতে কিঞ্চিৎ সরিলেই তার-মধ্য 'প' বা 'ব' এর দিকে নীচ হইয়া আইসে। সুতরাং 'ম' অংশ কদাপি উন্মিত হইতে না পা-
রাতে ত্রাট। ছিন্ন না থাকিয়া অবশ্যই পড়িয়া যায়, অর্থাৎ পূর্বে উহার যে প্রতিকৃতি প্রদর্শিত

হইয়াছে সেই রূপে অবস্থিত হইয়া থাকে। অতএব ইহা ঐ ত্রৈবোর অস্থায়ী-ভাব ।

কতকগুলি ত্রাট এমত আছে যে, তাহাদিগের স্থায়িত্বস্থায়িত্বের কিছুই বিশেষ হয় না। যেভাবে রাখ সেই রূপেই সমান থাকে। অল্প বল প্রয়োগ করিলেই পূর্বাবস্থাত হইয়, কিন্তু এমত কোন হুতন অবস্থাও প্রাপ্ত হয় না যে, তাহা পরিভাগ করিতে পূর্বাপেক্ষা অধিক বলের প্রয়োজন করে। গোল বস্তুর অবস্থা ইহারই সম্পূর্ণ দৃষ্টান্ত মূল ।



'খগ' একটি তাঁটা। উহাকে
কিঞ্চিৎ সরিলেই

উহা গড়াইয়া যায়। কিন্তু আবার যেখানে বাইরা উপস্থিত হয়, সে-
খানেও ঠিক পূর্বভাবে থাকে। ইহার নাম ক্রীড়-ভাব। ত্রাট সম-
স্তের স্থায়ী এবং অস্থায়ী ভাবের উদাহরণ অনেক আছে, তন্মধ্যে
কতিপয়ের এখানে উল্লেখ করা বাইতেছে ।

যখন কোন ব্যক্তি এক পায়ে দাঁড়াইয়া থাকে, তখন তাহার
শরীরের আধার ভূমি কেবল এক পাদ পরিমিত স্থান হয়। সুতরাং
আধার অল্প হইলে অতি অল্পেই ত্রৈবোর আস্থায়ী-ভাব লভে। দুই

পা সংযত করিয়া দাঁড়াইলে আধার-ভূমি অপেক্ষাকৃত অধিক হয়, সুতরাং পূর্বাপেক্ষা উচ্চর স্থায়ী-ভাব হয় বটে, কিন্তু উহাও স্থিরতঃ নহে। কিন্তু মল্লেরা যখন তাল ঠোকাঠুকি করে, তখন দুই পা প্রসারিত করিয়া দাঁড়ায়। তাহাতে শরীরের আধার-ভাগ বিস্তৃত হওয়াতে অন্য বলবান ব্যক্তি বেগে আসিয়া আঘাত করিলেও শীঘ্র পতন হয় না।

যখন আমরা গমন করি, তখন সম্মুখের দিকে কিঞ্চিৎ খুঁকিয়া যাই। তাহা করাতে আমাদের শরীরের ভার-মধ্য স্থান সম্মুখের দিকে সরিয়া আসিলে, সুতরাং অঙ্গ বলসেই ঐ দিকে চলিয়া যাওয়া যায়। বাস্তবিক প্রাতি পাদ বিক্ষেপে আমরা এক একবার পতনোন্মুগ হই। যত বেগে চলা যায়, ততই সম্মুখের দিকে অধিক খুঁকিয়া যাইতে হয়।

যখন পৃষ্ঠে কোন ভার বন্ধন করা থাকে, তখন মনুষ্যেরা সম্মুখের দিকে খুঁকিয়া চলে। স্ত্রীলোকেরা যখন জলপূর্ণ কলসী লইয়া যায়, তখন যে কক্ষে কলসী থাকে তাহার বিপরীত দিকে খুঁকিয়া চলে।

যখন নিম্ন ভূমি হইতে উচ্চ স্থানে আরোহণ করা যায় তখন সম্মুখের দিকে খুঁকিতে হয়, যখন উচ্চস্থান হইতে নিম্নে আসিতে হয়, তখন পশ্চাদ্ধিকে কিঞ্চিৎ হেলিয়া থাকা আবশ্যিক।

এই বিষয়োপলক্ষে একটা কোঁতুকাবহ পরীক্ষা আছে, যখন আমরা অগ্রবর্তী হই, তখন আমাদের শরীরের ভার-মধ্য-স্থানকে অগ্রবর্তী করিতে হয়, কিন্তু যখন আমরা শরীরকে নত করি, তখন ঐ ভার-মধ্য স্থানকে কিঞ্চিৎ পশ্চাদ্ধাগে অপস্থত করা আবশ্যিক। সুতরাং শরীরকে অবনত করিতে হইলে পশ্চাৎ দিকে কিঞ্চিৎ স্থান না থাকিলে কোন প্রকারেই পারা যায় না। অতএব যদি কোন ব্যক্তিকে প্রাচীরের গায়ে পিঠের ঠেস দিয়া দুই পা সংযত করিয়া এবং পায়ের ও দুই গোড়ারিকে ঐ প্রাচীর এবং মেজায় সমান করিয়া ঠেকাইয়া

দাঁড়াইতে বলা যায়, আর তাহার সম্মুখ টাকা রাখিয়া বলা যায় ভূমি পাল্লা সরাইয়া যদি ঐ টাকা কুড়াইয়া লইতে পার, তাহা হইলে টাকা তোমার হইবে, এমন বলিলে, টাকা বাইবার কোন সম্ভাবনাই নাই। কারণ ঐ ব্যক্তি যদি প। এবং পিঠ নিয়মিতরূপে রাখিয়া থাকে, তবে কোন ক্রমেই টাকা লইবার নিমিত্ত শরীর অবনত করিতে পারিবে না।

চতুর্দশ অন্তর্দৃষ্টিগের চারিটা পদকে কোন চতুর্ভুজ ক্ষেত্রের কোণ স্থানরূপে বিবেচনা করিয়া উহার মধ্যে যদি দুইটা কর্ণ রেখা টানা যায়, অর্থাৎ সম্মুখের দক্ষিণ পদে এবং পশ্চাতের বাম পদে ও সম্মুখের বাম পদে এবং পশ্চাতের দক্ষিণ পদে সংযোগ করিয়া দুইটা রেখা টানা যায়, তবে ঐ কর্ণের সম্প্রাপ্তস্থলের প্রায় ঠিক উচ্চতাগেই উহার শরীরের ভার-মধ্য নিরূপিত হইয়া থাকে। অতএব যখন ঐ অঙ্ক চিত্র তখন একবার সম্মুখের দক্ষিণ পদ এবং পশ্চাতের বাম পদ উত্তোলন করিয়া উক্ত দুই কর্ণ-রেখার একতীর উপরে ভার-মধ্য সরাইয়া আনে, তাবার যখন সম্মুখের বাম পদ এবং পশ্চাতের দক্ষিণ পদ লইয়া আইসে তখন উক্ত দ্বিতীয় কর্ণ-রেখার উপর শরীরের ভার-মধ্য স্থানকে অব্যবহীত করিয়া দিয়া ঐ অঙ্কর গমন-ক্রিয়া সহজেই সম্পন্ন হয়।

যখন বেদেরা বাঁশবাঁজি করে, অথবা দড়ির উপর দিয়া চলিয়া যায় তখন উহার আঁপনাদিগের শরীরের ভার-মধ্যকে ঠিক দড়ির উপরে রাখিবার অতিপ্রায়ে একটি দীর্ঘ বসি হাতে ধরিয়া থাকে। ঐ বসির দুই পার্শ্বে দুইটা ভারী জবা বাঁধা থাকিলে বসির উপর দিয়া চলা আরও সহজ হয়। কারণ ভারী জবা দুই পার্শ্বে থাকাতো তাহাদিগের ভার-মধ্য-স্থান দড়ির উপরেই পড়ে। ঐ বসি হাতে না করিয়া বেদেরা কদাচিৎ বাঁজিকরিতে পারে না।

কোন কোন গ্রন্থকার কছেন যে, পূর্বকালের গ্রীক এবং রোমীয় বাঁজিকরেরা চতুর্থ উপর আরোহণ করিয়া সেই হাতিকে দুই দিকে

দুই কীলকে বন্ধ শূন্যোপরিস্থ কাছির উপর দিয়া লালাইত । হস্তী
স্বয়ং অতিশয় ভারী জন্তু ; উহার ভার-মধ্য-স্থান একবার হস্তির উপর
হইতে কোন দিকে সরিলে তাহার বিপরীত দিকে সামান্য ভারী কোন
জব্যকে বাড়াইয়া দিলেই ভার-মধ্য সাম্যাবস্থা প্রাপ্ত হইতে পারে না ;
অতএব বাছারা ঐক্লপ বাস্তব করিত তাহাদিগের এবং তাহাদের হস্তী
সমস্তেব অলৌকিক শূশিক্ষা হইয়াছিল বলিতে হইবে । কিন্তু বাহা-
হউক বাছারা ঐ 'অদুতব্যাপার' দর্শন করিতেন তাঁহারাও যে উহাকে
তোজ বিদ্যা, অথবা 'মন্ত্ৰবল' বোধ করিতেন না ইহাই আশ্চর্য্য !

এক প্রকার খেলনা আছে, তাহাতে এই ব্যাপার অতি স্পষ্টরূপে
লক্ষিত হয় । উহার নির্মাণকারীরা টিনের পাত লইয়া তদ্বারা একটা
ক্ষুদ্র পুতলিকা প্রস্তুত করে, সেই পুতলিকার দুই হস্তের উপর দিয়া
একখানি সূক্ষ টিনের পাত থাকে, ঐ পুতলিকার পায়েব দিক অত্যন্ত
স্থূল্য, তথাপি পুতলিকাকে যেমন করিয়া ফেলা যায়, উহা সেই স্থূল্য
পায়ের দিকেই খাড়া হইয়া দাঁড়ায় ।



• তাহার কারণ এই যে 'ক' 'খ'
দুইটা কক্ষ দুই পার্শ্বে থাকতে
ঐ সমুদায় ক্রীড়নকের ভার-মধ্য

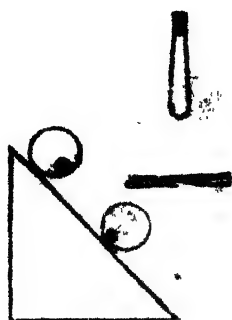
হইতে পৃথিবীর কেন্দ্রাভিমুখে যে রেখা যায় তাহা 'প' নামক স্থূল্য
স্থানের ভিতর দিয়াই গমন করে । সুতরাং উক্ত জব্য ঐ স্থানের
উপর বই আর কোন প্রকারে স্থায়ী-ভাবে প্রাপ্ত হইতে পারে না ।
বাল্লকদিগের হাংগ টিক এইরূপ কাব্য করে । পুৰোক্ত রূপে
ক্রীড়নক প্রস্তুত করিলে তাহাকে একটা স্থায়ী অর্থভাগে রাখিয়া
সম্বন্ধে ঘূর্ণিত করিতে পারা যায়, তাহাতে উহার পতন হয় না ।

এইরূপ ক্রীড়নকের বিষয় প্রকারান্তরেও দেখাইতে পারা যায়। এক খণ্ড লম্বা সোলা বা কান্ লইয়া উহার দুই দিকে দুই খানি ছুরিকা তির্যকভাবে বিদ্ধকর, আর ঐ কান্‌কে নীচে ঠিক মধ্য স্থানে একটি সিকি বা ছুরামির অর্ধেক বিঁধিয়া দেও। সেই ছুরামির গায়ে এমন একটি স্থান লাহে, যশোর হুটীর মুখ দিয়া ধরিলেও সেই হুটীর মুখে উপরিস্থ লম্বুদার প্রকাটা ছিদ্র হইয়া থাকিবে। যদি কুৎকার দিয়া, অথবা সাবধান পূর্বক হাত দিয়া উহাকে ঘুরাইয়া দেওয়া যায় তাহা হইলেও ঐ হুটীর মুখের উপরেই স্থিরিতে থাকিবে, পড়িয়া যাইবে না। আর একটি হুটীকে ঠিক লম্বাভাবে বিদ্ধ করিয়া তাহার মুখের



উপর প্রথম হুটীকে রাখিয়াও এইরূপে ঘূর্ণিত করা যায়। আর এক প্রকার ক্রীড়নক আছে, তাহাও এই ভার-মধ্যের প্রকৃতি বিবেচনা করিয়া নির্মিত হইয়া থাকে। সৰু পাঁকাটী, খাকড়া, পালক অথবা তাম্বুল অন্য কোন পদার্থের ভিতরের এক দিকে কিঞ্চিৎ সীসক বা অন্য কোন ভারী বস্তু বদ্ধ করিয়া রাখিতে হয়, তাহা করিলেই উহা

ভার-মধ্য-স্থান এক প্রকারে আইসে, সুতরাং যদি তাম্বুল পাঁকাটী বা খাকড়াকে ঘুরাইয়া রাখা যায় তাহা হইলে সে কদাপি ভেদন ভাবে থাকে না, বোধ হয় খেল আপন। হইতেই উঠিয়া যাইবে। কলতঃ 'ভার-মধ্যস্থান সর্বদা স্থির গামী হয়' এই কথাই তাম্বুল বাণপার বটে। একটি কাঠের গোলায় এক দিকে ছিদ্র করিয়া তাহার ভিতর সীসক পুঁজিয়া দিলে সেই দিক অত্যন্ত ভারী হয়, এবং ভার-মধ্য-স্থানও সেই



দিকের দিকট হইয়া আইসে । অতএব তাদৃশ কক্ষের ঐ ভারী দিকটী ঠিক উর্দ্ধ-মুখ করিয়া যদি কোন প্রবণ ভূত্বগের উপর রাখিয়া দেওয়া যায়, তবে ঐ গোলা গুড়াইয়া ঐ স্থানের উপরের দিকে উঠে । বস্তুতঃ উহার ভার-মধ্য স্থান নামিয়া আইসে, তাহাতেই গোলার উর্দ্ধ দিকে তাদৃশ গতি হয় ।

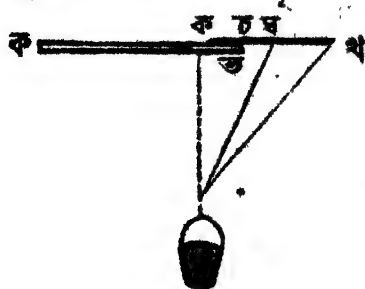
ভার মধ্য-স্থানটী দ্রুত হইলেই প্রবোর পতন হয় না ইহা আর এক প্রকারে প্রদর্শিত হইতে পারে । অনেকট দেখিয়াছেন যে একখানি ছুরির মূণ অল্পেক মুড়িয়া যদি তক্তাপোশের বা ডেক্সের ধারে ধারাল মুখটীকে রাখিয়া দেওয়া যায়, তবে রাখিয়া দিবামাত্র বোধ হয় যেন ঐ ছুরির বাঁটের দিক



আপনা হইতেই কিঞ্চিৎ ভিতর দিকে আইসে,

তাহার কারণ এই যে ঐ ছুরির ভার-মধ্য-স্থান যত নিম্নে যাইতে পারে তাহা যতক্ষণ না যায়, ততক্ষণ উহা স্থায়ী-ভাবে প্রাপ্ত হয় না ।

যদি ছুরির কলে এবং বাঁটে সমকোণ হয় এমন করিয়া মোড়া যায়, তবে সমুদায় কল সহ তক্তার উপরিভাগ ঠেকিয়া না থাকিলে ছুরি পড়িয়া যায় । যদি স্থূল-কোণ করিয়া মোড়া যায়, তবে ছুরি কোন প্রকারেই ঐরূপে স্থলিত থাকে না,



উহাকে কাঁটে বিধিয়া রাখিলে তবে থাকে । কিন্তু যদি কলে এবং বাঁটে স্থূল কোণ কর, তবে কোন বস্তু স্থূল করিবে ততই কলের অঙ্গভাগ তক্তার উপর ঠেকিয়া থাকিলেই ছুরি

স্থির থাকিলে কোন প্রকারে পড়িবে না । এই পরীক্ষা করিয়া দেখিলেই আর একটি বিষয়ের পরীক্ষা করিতে পারা যায় । দুইখানি বাথারি লইয়া পূর্বপৃষ্ঠের চিত্রানুরূপ গুরুত্বপূর্ণ বুদ্ধির বাহ্য, অর্থাৎ ‘ক’ এর খানি বীথারি এবং ‘খ’ হইতে যে রেখা নীচের দিকে আসিয়াছে তাহাই যেন দ্বিতীয় খানি, আর ‘ঘ’ হইতে যে রেখা নীচে আসিয়াছে, তাহা যেন এক গাছি সূত্র ; এইরূপ বান্ধিয়া দ্বিতীয় বাথারি এবং সূত্রের সংযোগ স্থলে সিকা বান্ধিয়া কোন ভারী জব্য ঝুলাইয়া দেও ; এইরূপ করিয়া যদি ‘কখ’ বাথারির ‘ক’ ভাগ মাত্র ‘বত’ নামক তক্তার উপর ঠেকাইয়া দেওয়া যায় তথাপি সেই অত্যন্ত মাত্র অবলম্বনেও উক্ত ভারী জব্য সমেত সমুদায় বাথারি চিত্রের অনুরূপ হইয়া ঝুলিতে থাকিবে । তাহার কারণ এই যে, উহাদিগের ভার-মধ্যস্থান হইতে যে লম্ব রেখা নিম্নে পাতিত হয়, তাহা ‘ক’ স্থানকে কেন্দ্র করিয়া যায়, কদাচিৎ তাহার বাধিতে পড়ে না । সুতরাং ইহাই উহাদিগের স্থায়ী-তাব ।

অনেকেই জানা আছে যে, জাহাজে বোঝাই খালি হইয়া গেলে জাহাজ কাঁপিত হইয়া পড়ে, এই জন্য কখন খালি জাহাজ চালায় না । অন্য ভারী বোঝাই না থাকিলে জাহাজের নীচে বানি, পাথর প্রভৃতি ভারী জব্য দিয়া নীচ ভাগ অধিক ভারী করিয়া নীচ তাহা করিলেই ঐ জাহাজের ভার-মধ্য-স্থান নীচে আইসে । সুতরাং উহার স্থায়ী-তাব জন্মে । এই জন্যই নৌকার তুফান লাগিলে সেই সময় নৌকার উপর দাঁড়াইয়া উঠা অতি অবিবেচনার কর্ম । দাঁড়াইয়া উঠিলে নৌকার ভার-মধ্য-স্থান উন্নত হইয়া উঠে । সুতরাং নৌকা উল্টাইয়া পড়িবার বিলক্ষণ সম্ভাবনা হয় । এইরূপ গাড়ির ছাদের উপরে অধিক বোঝাই তোলা অকর্তব্য, তাহা তুলিলে উক্ত কারণ বশতই মদো মদো বোঝাই গাড়ি উল্টাইয়া পড়ে ।

এই বিষয়োপলক্ষে আর একটি কথা বক্তব্য এই যে, কোন জব্য

যদি বেগে ঘুরিতে থাকে এবং তাহার ভার-মধ্য-স্থান একবার তলান বাহিরে এবং পর-কণ্ঠেই তলার ভিতরে বা অপূর্ণ দিকে বাহিরেও যায়, তথাপি জড় পদার্থ মাত্রের নিশ্চেষ্টতা গুণ থাকিতে এই দ্রব্য বস্তু কখন বেগে ঘুরে ততক্ষণ পড়িয়া যায় না। লার্টিস উহার আলোর উপর যেমন ঠিক খাড়া হইয়া যাবে, না ঘুরিলে কখনই ঠিক তেমন খাড়া হইয়া থাকে না, ইহাতেই বোধ হয় লার্টিসের ভার-মধ্য ঠিক আলোর মুখের ভিতর দিয়া পড়ে না। কিন্তু তাহা না পড়িলেও উহা অত্যন্ত বেগে ঘুরিতে থাকিলে উহার ভাব-মধ্যও আলোর চতুর্দিকে ঘুরে, সুতরাং কোন এক স্থানে স্থির হইতে না পাওয়ায় নিশ্চেষ্টতাগুণে লার্টিস মতী স্থির রহিয়া যায়। অর্থাৎ এই এক দিকে পড়িলে পড়িলে হইতে হইতেই ভার-মধ্যকে অন্য দিকে যাইতে হয়—সে দিকেও পড়িতে পড়িতে উহা আর এক দিকে যাইয়া উপস্থিত হয়। সুতরাং যতক্ষণ অধিক বেগ থাকে, ততক্ষণ লার্টিসের পতন হয় না।

প্রশ্নমালা।

[প্রাকৃতিক বিজ্ঞানের মধ্যে যে সকল গণিত-সম্পৃক্ত সূত্র শিক্ষা করিতে হয় মিলনবর্তী অথবা তাদৃশ প্রস্থের উপপত্তির চেষ্টা করিলে সেই সকল সূত্রের উত্তমরূপ আলোচনা হইবে।]

১। ৩ এবং ২ প্রামিত বল হয় পরস্পর ৪৫ অংশ কোণ করিয়া কার্যকারী হইলে কল কিরূপ হইবে নিশ্চয় কর। উত্তর। ৪.৬০।

২। ক ১২সের এবং খ ৭ সের ভারী এবং তাহার উত্তরেই এক দিকে ৮ ফুট ও ৫ ফুট বেগে গমন করে উহারিগের মিলিত-বেগ কত হইবে, এবং 'ক'এর বেগ কি পরিমাণে হ্রাস এবং 'খ'এর কি

পরিমাণে বর্ধিত হইবে? . উত্তর। $\frac{31}{12}$, $\frac{2}{12}$, $\frac{31}{12}$

৩। 'ক' ১১ ফুট বেগে গিয়া ৫ ফুট বেগে আগত 'খ' কে আঘাত কবাতো 'ক' এর বেগবল তৃতীয়াংশ হান হইল ; 'ক' এবং 'খ' এর পরিমাণের সম্বন্ধ কিরূপ ? উত্তর । ৩৭ : ১১

৪। সম্পূর্ণ স্থিতিস্থাপক 'ক' এবং 'খ' নামক কল্লুক ঘরের ভানের সম্বন্ধ যথা ৩ : ৩ এবং তাহাদিগের বেগের সম্বন্ধ যথা ৫ : ৪, অতি-ঘাতের পর উহাদিগের বেগের সম্বন্ধ কিরূপ হইবে ?

উত্তর । ২৯ : ৩৬

৫। পাঁচটি অস্থিতিস্থাপক কল্লুকের তার পরিমাণ ক্রমশঃ ১, ৩, ৫, ৭, ৯ ; প্রথমটি ৪ ফুট বেগে গিয়া দ্বিতীয়টিকে আঘাত করিলে শেষেরটির বেগ কত হইবে ?

উত্তর ।—ফুট ৫১২

৬। ১১ সেকণ্ডে ঘরিয়া কোন বস্তু পড়িলে তাহার পতন দূরত্ব এবং অস্তিম-বেগ কত হয় ? উত্তর । ১৯৪৮ ; ৩৫৪ :

৭। কতদূর হইতে এবং কতক্ষণ ঘরিয়া পতন হইলে অস্তিম বেগ ৫০০ ফুট হইতে পারে ? উত্তর । ৩৮৮ ফুট, ১৫১ ;

৮। ১৫ সেকণ্ডে ঘরিয়া যে বস্তুর পতন হয় তাহার সপ্তম সেকণ্ডের এবং শেষ সেকণ্ডের পতন দূরত্বের সম্বন্ধ কিরূপ ?

উত্তর । ১৩ : ২২

৯। ৪৪০ গজ উচ্চ হইতে পড়িলে শেষ সেকণ্ডে কত দূর পতন হয় ? উত্তর । ২৪৫

১০। কোন পতনশীল বস্তুর ৫ম সেকণ্ডের পতন-দূরত্ব তাহার চতুর্থ-শেষ-সেকণ্ডের পতন দূরত্বের হয় ৩গুণ ; সে সর্বশুদ্ধ কতদূর পড়িয়াছে ? উত্তর । ১৫১৭০ ফুট

১১। পতন কালের শেষ সেকণ্ডে যদি সমুদায় পতন-দূরত্ব তৃতীয়াংশ গমন হয় তবে সমুদায় পতন-দূরত্ব ও পতন-কাল কত হইবে ? উত্তর । $d=৪৭৭.৯$; $k=৫.৪৪৯$;

১২। ৪০০ ফুট উচ্চ কোন স্থান হইতে একটি জ্রবা নিক্ষিপ্ত হইল, ঐ জ্রবা ৫০ ফুট নামিয়া আসিলে আর একটি নিক্ষিপ্ত হইল, উভয়ে একই সময়ে আসিয়া ভূমি স্পর্শ করিল, দ্বিতীয় জ্রবো নিক্ষেপ-বেগ কত প্রদত্ত হইয়াছিল ?

উত্তর। ৭২.২৫

১৩। ৪৫ অংশ কোণে কোন জ্রবা বিক্ষিপ্ত হইয়া ৫০০ ফুট অন্তরে পতিত হইল, উহার বিক্ষেপ কক্ষিত বেগ পরিমাণ, গরিষ্ঠ উচ্চতা এবং গমন কাল কত ?

উত্তর। বে=১২৬; উ=১২৫ ফুট, কাল=৫.৫৭০৬.

১৪। কোন সম-দ্বিবাহু ত্রিভুজের বাহু পরিমাণ ২০, ২০, ১২, উহার শীর্ষ কোণ হইতে ভার-মধ্যের দূরত্ব কত।

উত্তর। ১১.৭৪.

১৫। ক, খ, গ, তিনটি জ্রবের ভার পরিমাণ ক্রমশঃ ৩, ২, ১, এবং 'কখ'=৫, 'খগ'=৪ 'গক'=২; গ হইতে ভার-মধ্যের দূরত্ব নিরূপণ কর।

উত্তর। ১.৩৯৪৪.

১৬। কোন সম-চতুর্ভুজের পরিমাণ ২০ ইঞ্চি, উহার চারিটি কোণে ১, ৩, ৫, ৭ পরিমিত ভারবিশিষ্ট চারিটি জ্রবা সংস্থাপিত হইয়াছে; ১ যে কোণে আছে তাহা হইতে ভার-মধ্য কত দূরে হইবে।

উত্তর। ১৮.০২৭৫

১৭। ৬ এবং ৮ ইঞ্চি পরিমিত কোটি এবং ভুজ বিশিষ্ট সম কোণি ত্রিভুজের তিনটি ভুজের উপর সম-চতুর্ভুজ অঙ্কিত করিয়া সম-কোণ হইতে ঐ ক্ষেত্রের ভার-মধ্য কতদূরে হইবে নিরূপণ কর।

উত্তর। ৫.৫৫৯,

যন্ত্র-বিজ্ঞান ।

প্রথম অধ্যায় ।

[যন্ত্র কি ?—বল কি ?—ভার কি ?—বল এবং ভার পরিমাপের রীতি কি রূপ ?]

যে সকল উপায় দ্বারা এক স্থানে প্রযুক্ত বল স্থানান্তরে ভিন্নরূপে কার্যকারী হয়, তাহাকেই যন্ত্র বলা যায়। টেকির এক দিক্ পায়ে করিয়া চালিলে তাহার অন্য দিক্ উচ্চ হইয়া উঠে এবং সেই মুখ ধান্যাদির উপর বল-পূর্ব্বক পতিত হইয়া তাহাদিগের শস্যের এবং সেই মুখ ধান্যাদির উপর বল-পূর্ব্বক পতিত হইয়া তাহাদিগের শস্যের এবং খোসার পরস্পর সংযোগ বিনাশ করে। যখন্ হল চালিত হয় তখন্ বলীবর্ধ সরল রেখায় চলিয়া যায়, যে ব্যক্তি হল চালন করে সে হলের মুখ-ভাগটী মৃত্তিকায় প্রোথিত করিয়া ধরে, কিন্তু এই দুই বলে মৃত্তিকা বিচ্ছারিত এবং বিপর্য্যস্ত হইয়া দুই পার্শ্বে পড়িতে থাকে। ঘানিগাহের গোক অবিরত চক্রাকারে ভ্রমণ করিয়া থাকে, কিন্তু তাহার বলে উক্ত গাহের ভিতরের শর্ব্বপাদি মর্দিত হইয়া তৈল নিঃসৃত হয়। মনুষ্য কর্তৃক কুঠার উত্তোলিত হইয়া কাঠের উপর আঘাত হইলে কাঠ পার্শ্বের দিকে ফাটিয়া যায়। এই সকল স্থলে বল প্রয়োগ এক স্থানে এক প্রকারে হইতেছে, কিন্তু তাহার কার্যভিন্ন স্থলে ভিন্ন রূপ বলের কার্যের দ্বারা প্রতীয়মান হইতেছে, সুতরাং তাহাদিগের আশ্রয়ে এই রূপ হইতেছে সেই টেকি, লাজল, ঘানিগাহ এবং কুঠার এই সকলগুলিই যন্ত্র।

যাহা দ্বারা যন্ত্র পরিচালিত হয়, তাহাকে বল কহা যায়। বল কহা যায়। বল লান্যপ্রকার হইতে পারে। টেকি মনুষ্যের বলে উঠে ;

লাঙ্গল, মনুষ্য এবং বলীয়ান উভয়ের বলে চালিত হয়, পৌরীকরণে ঘানিগাছের সর্বপূর্ণ সঞ্চিত হয় এবং মনুষ্যের বলে কুঠার উত্তোলিত হয়। এই স্রণ, বাষ্পের বলে বাষ্পীয় শক্তাদির গমন হয়—বায়ুর বলে বোয়ার জল উঠে এবং দ্রুতি কাশের স্প্রিঙের বলে দ্রুত বাষ্পের কীট চলে যন্ত্রের যে ভাগে বলপ্রযুক্ত হয় তাহার নাম 'প্রয়োগ-স্থান'।

যন্ত্র দ্বারা অসংখ্য প্রকার কার্য সাধন হয়, কিন্তু কার্য যে প্রকার হউক না কেন, তাহার সাধনার্থে অবশ্যই উহার কোন রূপ প্রতিবন্ধক নিবারণ করিতে হয়। সেই প্রতিবন্ধকের নাম 'ভার'। টেকির আসিতে দ্বারা তক্তুলের এবং তাহার ভূমির শাকল্যের সংযোগ নিবারণ করা যায়। ঐ তুণ এবং তক্তুল যে স্থানে পরস্পর সংযুক্ত হইয়া থাকে, সেই সংযোগ-স্থলকেই 'ভার' কহা যায়। লাঙ্গল দ্বারা মৃত্তিকা সংলগ্নাভিত্ত হয়। যে বলে মৃত্তিকা সংযুক্ত হইয়া থাকে তাহাই 'ভার'। ঘানিগাছে সর্বপূর্ণ মাজা বায়। তৈলের উপর সর্বপূর্ণের ধোনা যে বলে কারিত হইয়া থাকে, তাহাই 'ভার'। যখন কোন বাষ্পীয় নৌকি বাষ্পের বলে বায়ুর প্রতি-বন্ধক মুখে গমন করিতে থাকে তখন বায়ু যে বলে উহাকে পশ্চাৎদিকে আনিতে চেষ্টা করে এবং পৃথিবী উহাকে বর্তন বলে আকর্ষণ করিয়া এক স্থানে বদ্ধ রাখিতে চাহে আর অনেক প্রতিবন্ধক বিন্যস্ত, এই তিন প্রকার প্রতিবন্ধকই উক্ত বাষ্পীয় যন্ত্রের 'ভার' বলিয়া গণ্য হয়। যন্ত্রের যে ভাগে 'ভার' নিমিত্ত হয়, তাহার নাম 'কার্য-স্থান'।

যন্ত্রের পরিচালক বল এবং তাহার সম্পাদিত কার্যকর বিভিন্ন প্রকার হয়। কিন্তু কী এবং কার্য এ উভয়ের পরিচালক কার্যের সহায় সর্বপ্রকার বল এবং ভারকে এক জড়িত করিতে হয়। কার্য এক জড়িত না করিলে কোন প্রকারেই উহা যন্ত্রের পরিচালক হইতে

পারে না। তাহার দৃষ্টান্ত দেখ, মনুষ্যের দাঁড় বক্র। মৌকা চালাই-
তেছে—পাইল ঘাটাও বায়ু সংযোগে মৌকার গতি হইতেছে—এবং
বাল্পের বক্রতা মৌক, চলিতেছে—এই তিন প্রকার বলের পরস্পর
সংযোগে ঘাটা প্রকাশ করা আবশ্যিক। অর্থাৎ, এত বলিতে হয় যে,
পাইল বিনে পঁচটা দাঁড়ের কৰ্ম করে—বাল্পীয় যন্ত্র খোলে এক পাত
দাঁড়ের কল হয়, ইত্যাদি। এই রূপ বলিলেই বুঝা যায় যে, যে স্থানে
যায় বল পঁচ জন মনুষ্যের বলের সমান এবং বাল্পের বল ১০
মানুষের বলের সমান। উহারই নাম বলের একজাতীয়-করণ।

পশ্চিমের সর্ব প্রকার বলকে একজাতীয় করিবার অভিপ্রায়ে
জীৱবিজ্ঞানকে পৃথিবীর মাধ্যাকর্ষণের সহিত তুলনা করিয়া থাকেন।
অর্থাৎ জীৱরা বায়ুর বল পঁচ জন মনুষ্যের বলের সমান, এত না
বলিয়া এই বিবেচনা করেন যে, মনুষ্যের বল বা অন্য কোন প্রাণীর
বল সর্ব সময়ে সর্বদেশে ঠিক সমান থাকে না, কিন্তু মাধ্যাকর্ষণের
বল চিরকাল একই থাকে, অতএব বায়ু বা অপর কোন বল বাহ্যকে
কোন দিকে টানিতেছে সেই দিকে ঠিক কত ভারী জ্বা কোন রূপ
কোশলে বুঝাইয়া দিলে উহার পূর্ববৎ গতি থাকিবে। এইরূপ বিবে-
চনা করিয়াই সকল প্রকার বলকে একজাতীয় করা বিপ্লব হইয়াছে।
যত ভারী জ্বা বুঝাইয়া দিলে ঐ গতি থাকিবে, তাহার ভার পরিমাপই
বায়ুর বা অপর কাহার বলের পরিমাণ নির্দিষ্ট হইবে। এইরূপ বিবে-
চনা করিয়া দেখিলে সর্ব প্রকার কলকেই যে, বুল, মের, ছটাক ইত্যাদি
ভার-পরিমাণ দ্বারা প্রকাশ করা যায়, তাকে স্পষ্ট বোঝ হইতে পারে।
বোঝ কর, যেন একখানি কাঠের মেজের উপর কোন বস্তু আছে। ঐ
বস্তু দক্ষিণ দিক দিয়া টান হইতেছিল। যদি ভিজাল্য হয় যে, উহা কত
বলে আঁকড় হইতেছিল, তবে সেই প্রকার আঁকড়ার পরিবার দ্বিতীয় ঐ
বস্তুকে উক্ত মেজের এক পার্শ্বে বুঝাইয়া তাহার উপর প্রক্ষেপ করিয়া
ভার বাজিয়া দিলে যদি ঐ ভারে উক্ত বস্তুটি সরিয়া আসিতে থাকে,

এবং তাঁহার বেগও পূর্বের সমান হয় তবে ঐ ভাঁজকে পরিমাপ
করিয়া যত যের বা যত বা ছড়াক করবে, কাঁথরা খেঁচের উপরিস্থিত
দুইটাকে মের পরিমিত বলে টানিতোড়িলাম ইহা নিশ্চয় বলিতে
পারি।

দ্বিতীয় অধ্যায়।

১৪. বস্তুনি বিবেচনা বিবেচনার দ্বিতীয় অধ্যায়।

যাচ করিয়া এই অধ্যায়ের সাধারণ বিবেচনা।

যখন কোন বিষয়ের মীমাংসা করিতে হয়, তখন সেই বিষয়টী
কটিল করিলে, প্রত্যেকের তাহার সিদ্ধান্ত স্থির করিতে না পারিয়া
কানরা মনে মনে ঐ বিষয়টীকে ভাগ করিয়া লয় এবং ক্রমশঃ তাহার
প্রত্যেক ভাগের প্রতি মনোযোগী হইয়া সিদ্ধান্ত করত পরিশেষে যত-
দূর বিষয়টী উত্তমরূপে বুঝিতে পারি। যজ্ঞ-বিজ্ঞান কাণ্ডেও সেই
রূপ করা আবশ্যিক। যজ্ঞ সমষ্টির প্রকৃতি বুঝিতে হইলে প্রথমতঃ
উদ্ভাষণ যে যে পদার্থে জন্মে তাহাদিগের নিশ্চেষ্টতা, বস্তুত্ব এবং
কর্মধাতা প্রভৃতি গুণের প্রতি দৃষ্টি করা যায় না, আর পৃথিবীর মাধ্য-
মে গড়াবে উদ্ভাদিগের যে তার আছে, তাহাও গণ্য করা যায়
না, অপিচ বায়ু প্রতিরুদ্ধিতাও তৎকালে স্বীকার্য্য হয় না। কারণ
ঐ সকল নইয়; এতদ্বারা বিবেচনা করিতে গেলে অত্যন্ত গোলো-
যোগ উপস্থিত হইবার সম্ভাবনা। অতএব প্রথমে কেবল ‘যজ্ঞের
প্রকৃতি কি কি ইহারই দিকে দৃষ্টি রাখিয়া বিবেচনা করা আবশ্যিক।
তাহার পর একে একে, উক্ত গুণ সকল থাকিলে ঐ প্রকৃতির কিরূপ
বৈলক্ষণ্য ঘটে তাহা অনুসন্ধান করিতে হয়।

এখানে যেহেতু যজ্ঞের প্রকৃতি কথিত হইবে, অতএব, তখন যজ্ঞ
একটীও নির্দিষ্ট হইতে পারে না। কারণ, বিবেচনা করিতে হইবে

হৈ, এই সকল যন্ত্রের কার্য লৌহাদি সর্বতোভাবে ভারবহীন এবং সর্বদা বর্জিত—ইহাতে যে সকল শৃঙ্খল এবং রক্ষণ ব্যবহৃত হয় তাহা বা সর্বতোভাবে নহা—যদি এই যন্ত্র যে স্থানে চলে সেই স্থানে পৃথিবীর আকর্ষণও নাহি । যদি বল এমত যন্ত্র যদি, কক্ষাংশই নির্মিত না হইল, তবে তাদৃশ পদার্থের প্রকৃতি অনুসন্ধানে কল কি ? ইহার উত্তর, পৃথিবীই বলা হইয়াছে যে, সর্ব স্থলেই প্রথমতঃ এইরূপ করিয়া বিবেচনা করিতে হা—অর্থাৎ যে বিষয়টী বুলিতে হইবে প্রথমে তাহার স্কুল ভাবপর্য্য অবগত হইবা পরে স্থানানুসন্ধানে প্রযুক্ত হওয়া আবশ্যক, নাচেৎ ঐ বিষয় বদ্যপি বোধগম্য হ না ।

যন্ত্র সকলের দ্বারা অল্প বল প্রয়োগ করিলে অধিক বলের কার্য হয়, অনেকের এইরূপ কহিয়া থাকেন । যদি বাস্তবিক তাহাই হইত তবে যন্ত্র সকলকে অলৌকিক পদার্থ বলিয়া স্বীকার করিতে হয় । যেহেতু প্রাকৃতিক নিয়ম এই যে, ব্যপ্তিরমাণে কারণ অবলম্বনে ফলবিমাণে কাণ্ডেরও আধিক্য হইবে । বল, তার নিবারণের কারণ । সুতরাং যদি অল্প বল অধিক তার নিবারণিত হয় তবে কার্য চূর্ণ হইয়াও প্রবল কার্যের উৎপাদন হইতে পারে । কিন্তু বাস্তবিক কোন স্থলেই এইরূপ হয় না ।

যন্ত্র যন্ত্রেরই কতকগুলি অবলম্বন স্থান আছে । সেই সকল অবলম্বন দ্বারা কার্যের অধিকাংশই বাহিত হয়, সুতরাং বলের আপনায় যে পরিমাণ উচ্চ সেই পরিমাণ মাত্র তারকে বহন করে, কক্ষাংশ তাহার অধিক বহন করিতে পারে না । বিশেষ বিশেষ যন্ত্রের বিবরণ কালে এই বিষয় অধিক স্পষ্ট করা দাইবে । সম্ভ্রুতি ইহার একটি মাত্র দৃষ্টান্ত দেওয়া বাইতেছে—এক খানি ব্রহ্মাকার কার্ভের নীচে এক খণ্ড বাঁশের অগ্রভাগ প্রবর্তিত করাইয়া একই ঐ বাঁশের নীচে একটি ইট রাখিয়া যদি বাঁশের অপর প্রান্তে কেহ চাপ দেয় তবে ঐ এক জনের বলে তেমন ব্রহ্ম কার্ভ খণ্ডও উন্নত হইয়া উঠে । এই

স্থলে বোধ হইতেছে যে, যখন বলে অধিক ভার উত্থিত হইল। কিন্তু বাস্তবিক তাহা হয় নাই। উক্ত ব্যক্তির অবলম্ব ইচ্ছক খানি ঐ কার্টের ভার বহন করিয়াছিল। মনুষ্য কর্তৃক যে অতিরিক্ত বল প্রদত্ত হইল তদ্বারাষ্ট কাঁঠ উত্তোলিত হইল।

যদি বল যে, ঐ হস্তকরণ-অবলম্বের সাহায্যে যদিও পূর্বোক্ত কার্ট শত শতকের উপরেই ভর দিয়া থাকিতে পারে এমন হয় বটে, কিন্তু এক জন সামান্য মনুষ্যের বলে উহা যে, উন্নত হইয়া উঠিল, অর্থাৎ উহার যে উর্দ্ধমুখে গতি জাহিল তাহার কারণ কি?—তাহার কারণ অনুসন্ধান করিতে হইলে এই স্থানে কার্টের গতি বাস্তবিক কত বল প্রযুক্ত হইয়াছে তাহা অবগত হওয়া আবশ্যিক। কার্ট ৭ মিনি যদি এক শত মণ ভারী হয় এবং উক্ত বংশখণ্ড সংযোগে যদি উহা এক অঙ্গুল প্রমাণ উন্নত হইয়া উঠিয়া থাকে, তবে ঐ কার্টের বেগ-বল (মণ ১০০×১ অঙ্গুলি) = ১০০ মণ হইয়াছে। অতএব যে ব্যক্তি কার্টকে উন্নত করিয়াছে সে অবশ্য উহার প্রতি ১০০ মণ পরিমিত বল প্রযুক্ত করিয়া থাকিবে। কিন্তু সে এত বল কোথাও পাইল?

এই স্থলে বিবেচনা করা উচিত যে, যদি ঐ কার্ট খানি সমান এক শত অংশে বিভক্ত হইত এবং কোন যন্ত্রের সহায়তা ব্যতিরেকে উক্ত ব্যক্তির বলে ঐ এক শত খণ্ড একে একে এক শত বার এক এক অঙ্গুলি করিয়া উন্নত হইতে পারিত, তবে ঐ ব্যক্তির বেগ ঠিক ১০০ শত অঙ্গুলি স্থান পরিমিত হইত। সুতরাং তাহার বেগ-বল (১ মণ $\times ১০০$ অঙ্গুলি) = ১০০ মণ হইত। অতএব বোধ হইতেছে ঐ ব্যক্তির বেগ অধিক হওয়াতেই তাহার বেগ-বল তাদৃশ অধিক হইয়াছে।

কলে তাহাই দেখা যায়, ঐ কার্ট যে সময়ে ১ অঙ্গুলি মাত্র উঠিবে সেই সময় মধ্যে যে তাহাকে উত্তোলন করিতেছে তাহার হাতও ১০০ অঙ্গুলি প্রমাণ নত হইয়া আসিবে।

অতএব বলের এবং ভারের বেগ-বল চিরকাল সমান থাকে ।
এই শুক হইলে তাঁহার বেগ অংশ হয়, এবং বল সমুদয় হইলে তাঁহার
বেগ অধিক হওয়া আবশ্যিক । ইহাই যন্ত্র-বিজ্ঞান শাস্ত্রের মূলমন্ত্র ।
বিহার তাৎপর্য কখন কখন একটী প্রকাশিত হয় যথা, বলের লাভ
করিতে গেলে বেগের লোকসান এবং বেগের লাভ করিতে গেলে
বলের লোকসান করিতে হয় ।

একদা এই মাত্র বিবেচনা করিয়া 'বেগ' বলকেই কার্য্য । সুতরাং
যখন বল সমুদয় হইয়াছে বলিয়া বেগের আধিক্য দ্বারা সেই কতি পূরণ
করা যায়, তখন বাস্তবিক বলই দেখা যায় । সুতরাং যন্ত্র সংযোগে
বলের লাভ হয় একথা সামান্যতঃ বুঝা কর্তব্য নহে । কার্য্যের এবং
ভারের বেগ-বল সর্বদা সমান থাকে এমন স্মরণ করা কর্তব্য । বল
সমুদয় হইলে বেগের আধিক্য দ্বারা উহা পূরণ করা যায় এ বিষয় পূর্বে
সুস্পষ্ট হইবে ।

তৃতীয় অধ্যায় ।

(১ম দ্বারা বাস্তবিক লাভ বি হয় — সামান্যতঃ কি ? — বৈশিষ্ট্য কি ?)

পূর্বাভাসের দ্বারা বলা কথিত হইয়াছে, ভার, অভিলম্বের শূন্য
বিবেচনা করিলেই বেগ হইবে, যেখানে যত্র সংযোগে যদিও
বিক বলের লাভ বা হইয়া থাকে, তথাপি তাহ উত্তোলন কার্য্যের
নানেক দৃষ্টান্ত দিয়াছে । অন্যমতঃ যে সকল একটী কাঠ উত্তোলন
করে সে নীচের দিগে বল প্রয়োগ করিলে, কাঠ উপরের দিকে
উঠে — দ্বিতীয়তঃ এই সকল বল বলের ভাষাতে ব্যক্তের শুক ভার
উন্নত হয়, কিন্তু ইহা স্পষ্টই প্রত্যক্ষমান হইতেছে যে, বেক্ত সঞ্চিত
প্রযুক্ত হয়, কিন্তু কার্য্যের বল বেগ জন্মে ।

এই সামান্য যন্ত্রের বহুপ প্রকৃতি দেখা যায়। যাইতেছে বাষ্পীয় যন্ত্র প্রকৃতি অতি অসামান্য যন্ত্র সকলেও অবিকল সেইরূপ প্রকৃতি দৃষ্ট হইতে। অতএব যন্ত্র যাত্রেই সামর্থ্য অবধারণিত হইল যে, যন্ত্রের বল প্রয়োগের দিক্ পরিবর্তিত হইতে পারে, আর বেগের পরিবর্তে বল এবং বলের পরিবর্তে বেগ প্রতিনিহিত হইতে পারে। যদি ইচ্ছাও না হইত তবে যন্ত্র নির্মাণের কোন প্রয়োজনই থাকিত না। যে যন্ত্রের দ্বারা যে কার্য সাধন করিতে হইবে তাহা সাফাৎ প্রয়োগ করিলেই হইত।

কিন্তু যন্ত্রের উক্ত কতিপয় গুণ থাকিতে লোকের কতই উৎসাহ হইতেছে। দেখ, শরৎকে অন্য প্রকারে মর্দন করিয়া তৈল বাগির করিতে হইলে কতই কষ্ট হইত, কিন্তু যিনি গাছে শরৎ কেচিয়া দিলে, গোক সহজে চলিয়া যাঁতে থাকে, অথচ তৈল নিঃসৃত হয়। বাষ্পীয় যন্ত্রের অর্গলম্বর সরলবেগাক্রমে এ দিক্ ও দিক্ করিতে থাকে, কিন্তু তাহারই দ্বারা যন্ত্র বিশেষ সংযোগে বাষ্পীয় শকট ও বাষ্পীয় নৌকাদির চক্র সকল ঘুরিতে থাকে এবং এই সকল যান যন্ত্র-বেগে চলিয়া যায়। ঘড়ী-যন্ত্রের ভিতরে একটা লৌহ পিণ্ড স্থলে, উহা মাধ্যাকর্ষণ প্রভাবে লীচে নামিয়া আইসে, কিন্তু যন্ত্র সংযোগ দ্বারা উহা বসেই অধোগতি, ঘড়ী-যন্ত্রের কাঁটার চক্রগুলির উৎপাদক হয়। চরকার যত বেগে পাক দেওয়া যায়, চক্ৰটা তাহার শতগুণ অধিক বেগে ঘূর্ণিত হয় এবং চরকার যে পাক দেওয়া যায়, চক্ৰ তাহার বিপরীত দিকে ঘুরে। এইরূপ সর্বত্রই দেখিবে পাওয়া যায় যে, যন্ত্রের দ্বারা বল প্রয়োগের নানাবিধ সুবিধা আছে এবং সেই জন্যই যন্ত্র যন্ত্রের এত গৌরব।

যন্ত্রের বাস্তবিক লাভ এইরূপ। যেমন কৃষিকারী জলবাগিরের দ্বারা যে জল অধিক থাকে তাহা নিয়া যে জায়গার অকল্য তাহা বিনিবৃত্ত করিয়া লম, মনুষ্যেরাও সেইরূপ যন্ত্র সংযোগে কখন বা

দিয়া অধিক বেগ গ্রহণ করিয়া থাকেন, আর কখন বা এক দিকে এক পক্ষেরে বস্তু প্রদান করিয়া অন্য দিকে ভিন্ন প্রকার বল প্রাপ্ত হইয়েন। কিন্তু সমুদায়িগের গণনায় কানিজো যেমন ত্রুটির সুযোগ থাকে, কখন অল্প দিয়া অধিক পাওয়া যায় মা এবং অধিক দিয়াও অল্প লভিতে হয় না, তেমনি সমুদায়ের প্রকৃতির সহিত যে বাণিজ্য করেন তাহারও দরদাম চিরকাল একই প্রকার নিরূপিত থাকে। অর্থাৎ সকল বস্তুরই 'কার্য-ক্ষমতার' বেগ-বল এবং প্রয়োগ্য স্থানের বেগ-বল সর্ব সময়ে ঠিক সমান থাকে। অতএব যদি 'ক' অর্থে বল এবং 'প' অর্থে তাহার পতন বা বেগ বুঝা যায়, আর 'জা' অর্থে ভায় এবং 'উ' অর্থে তাহার উন্নতি কিম্বা বেগ বোধ হয়, তবে গণিত শাস্ত্রেঃ সঙ্কেতানুসারে পূর্বোক্ত নিয়ম এইরূপে লেখা বাইতে পারে, যথা— $ক \times প = জা \times উ$ ।

যখন কোন যন্ত্র এই অবস্থান্বিত থাকে, অর্থাৎ উহাতে কে বল প্রযুক্ত হইয়াছে ও থাকে সেই বলের বেগ দ্বারা গুণ করিলে যাহা হয় ঐ যন্ত্র দ্বারা যে কার্য বিনষ্ট হইতেছে, সেই কার্যের বেগ দ্বারা ভাগকে পূরণ করিলে যদি তত্ত হয়, তবে যন্ত্রের সাম্যাবস্থা হইয়াছে বলা গিয়া থাকে। সাম্যাবস্থায় যন্ত্র যেমন ছিল তেমনি থাকে। যদি সচল-বস্তুর উক্ত সাম্য হইয়া থাকে তবে যন্ত্র চলিতেই থাকিবে, আর যদি অচল্যবস্তুর যন্ত্রের সাম্যতাব হইয়া থাকে, তবে যন্ত্র শিথল থাকিবে, কোন প্রমাণ দেখ, যদি কোন মোটর ১০ মন ভারী একখানা বস্তু বহন করিয়া প্রতি ঘণ্টায় দুই কোশ পদ বাইতে থাকে তবে, মোটর ভা বেগ-বল ঐ শব্দের বেগ-বলের সমান, অর্থাৎ উভয়ই $(১০ \times ২) = ২০$ মন পরিমিত হয়। যদি মোটর অবিরত ঐ কুড়ি মন বেগ-বল প্রদান করিতে পারে তবে শব্দটও সমান বেগে চলিতে থাকিবে। অতঃ সচল থাকিয়াই উহার সাম্যাবস্থা হইবে। আবার দেখ, যদি কোন এক মন ভারী জাহাজে কোন ব্যক্তি উত্তোলন

করিয়া দাঁড়ানো থাকে এবং এই এক মণ ভারী স্রোতার যন্ত্র বেগ-বল, যে পরিমাণে উৎপন্ন হয়, সেই বেগ-বল, প্রত্যহ এই এক মণের অধিক বেগ-বল উৎপন্ন না করিবে কে এক মণ পরিমিত স্রোত আর অধিক উত্তীর্ণও পারিবে না, নাশিষ্টও পারিবে না। সুতরাং অচল থাকি-
য়াই উহার নামাবস্থা জন্মিল।

কিন্তু পূর্নসীতা যন্ত্রটিকে যদি একটিকে পূর্নসীতা অধিক মনে
করিলে তাহা হইলে যন্ত্রটির নামাবস্থা হয়। যিনি যন্ত্রটিকে
যন্ত্রটির বেগ বৃদ্ধি করিয়া পূর্নসীতার নামাবস্থা যন্ত্রে, আবার যিনি
যন্ত্রটিকে পূর্নসীতা পূর্নসীতা পূর্নসীতা পূর্নসীতা পূর্নসীতা পূর্নসীতা
বেগমা করিল। কিন্তু এই ক্ষণেই যন্ত্রটির বেগ বৃদ্ধি করিয়া নাম
করিল।

যন্ত্রের নামাবস্থা এই যন্ত্র মন্ত্রের নামাবস্থা। যন্ত্রের নামাবস্থা
নামাবস্থা নামাবস্থা নামাবস্থা। এই যন্ত্র যন্ত্রে প্রকৃতি যন্ত্রে
করিলে উদ্ভাবনের নামাবস্থা বর্ণন করিয়া বর্ণন।

চতুর্থ অধ্যায় ।

১. যন্ত্রের প্রকারঃ যন্ত্রের প্রকারঃ যন্ত্রের প্রকারঃ

আমাদিগের দেশে পূর্নসীতাযন্ত্র যন্ত্র প্রকার যন্ত্রের ব্যবহার ছিল
যন্ত্রের সপ্রতি ইংরেজের এই দেশে যন্ত্র প্রকার যন্ত্রের ব্যবহার প্রচ-
লিত করিয়াছেন, বিশেষতঃ ইউরোপ খণ্ডে যন্ত্র প্রকার যন্ত্র এক্ষণে
ব্যবহৃত হইতেছে, আর তথ্য দিন দিন যন্ত্র নতুন নতুন যন্ত্র নির্মিত
হইতেছে, সেই সকল উল্লিখ সংখ্যা করা দুঃসাধ্য। ইউরোপের
অনেক দেশে এমন অনেক যন্ত্রের ব্যবহার আছে, যন্ত্রের নামও
তথ্যকার অপরাধে লোকের অজ্ঞাতগোচর হয় নাই।

শিল্প যন্ত্রের প্রকার ভেদ যতই হউক না কেন, তাহারা প্রথমতঃ বিশুদ্ধ এবং বিশিষ্ট এই দুই ভাগে বিভক্ত হয়। বিশুদ্ধ যন্ত্রগুলির প্রকৃতি এই যে, তাহাদিগের কার্য-স্থান এবং বল-প্রয়োগ স্থান এই দুই স্থানের মধ্যে অপর কোন যন্ত্রের কার্য হয় না, ঐ যন্ত্র একাকীই কার্যকারী হয়। যখন এক খানা বাঁশে চাড়া দিয়া কাঠ বা অপর কোন ভারী দ্রব্যকে সরান যায় তখন ঐ বাঁশ একটা বিশুদ্ধ যন্ত্রের কার্য করে। বিশিষ্ট-যন্ত্রের প্রকৃতি ইহার বিপরীত। ইহার অনেক ভাগ থাকে। সেই এক এক ভাগ এক একটা বিশুদ্ধ যন্ত্র। উদাহরণ প্রথমতঃ পায়স্পরের প্রতি কার্যকারী হইয়া পরিশেষে অতি প্রোত সাধন করে। চরকা একটা বিশিষ্ট-যন্ত্র। চরকার কর্ণে পাক দিলে সেই পাকে উহার কাঠি ঘুরে, কাঠি ঘুরিলে উহার হাঁড়ি ঘুরে, সেই হাঁড়িতে যে তাঁইত বেষ্টিত থাকে তাহা হাঁড়ির সহিত ঘুরে, তদ্বারা টক্কর ঘর্নিত হয় পরে টক্কর ঘুরনে তুলায় পাক লাগিয়া ক্রমশঃ সূত্র হইতে থাকে।

কোন বিশিষ্ট-যন্ত্র বাবা কত কার্য হইতেছে নিরূপণ করিতে হইলে ঐ যন্ত্রটী যতগুলি বিশুদ্ধ-যন্ত্রের সংযোগ জন্মিয়াছে সেই সকলগুলির কার্য-ক্ষমতা পরিমাপ করিতে হয়। ঐ সকলগুলির কার্য-ক্ষমতা সমুদয়ে যত হয়, বিশিষ্ট-যন্ত্রের কার্য-ক্ষমতা ঠিক তাহা-ই সেই সমষ্টি হইবে। সুতরাং সর্বত্রো বিশুদ্ধ যন্ত্রের প্রকৃতি অনু-সন্ধান করাই আবশ্যিক বোধ হইতেছে।

বিশুদ্ধ-সর্ব সমেত তিন প্রকার বই নাই। যেমন কোনটা ভাষায় যতই কেন কথা থাকুক না, সেই ভাষার একটি বর্ণ সেই তিন বিশিষ্ট-সর্ব সকল কথা হয়, যেমন জগতের পদার্থ ভেদ যতই হউক না কেন, প্রকৃতি প্রকার পরমাণুর দ্বারা সকল পদার্থ উৎপন্ন হয় তেমনি যে দেশে যতপ্রকার যন্ত্র থাকুক না কেন, উক্ত তিন প্রকার

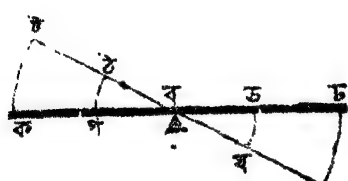
বিশুদ্ধ-যন্ত্র ব্যতিরেকে তাহার কাছাতেও কিছু অধিক থাকে না । এই তিনটী যন্ত্র এই,

১. অবলম্ব সমন্বিত কঠিন দণ্ড ।

২. নম্বা রজ্জু বা শৃঙ্খল ।

৩. কঠিন এবং মসৃণ ক্রমনিম্ন পদার্থসমূহ ।

উহাদিগের প্রথমটীর প্রকৃতি এই যে, উহাকে অবলম্বের উপর চতুর্দিকে ঘূর্ণিত করা যায় । সুতরাং ঐরূপে ঘূর্ণিত করিলে উহার সকল ভাগই বৃত্তাকার পথে ভ্রমণ করে, এবং যে ভাগ অবলম্ব-স্থান হইতে ততদূর তাহার বেগ তত অধিক হয় । কারণ অবলম্ব-স্থান ঐ সকল বৃত্তেরই কেন্দ্র এবং অবলম্ব-স্থান হইতে যে ভাগ যত দূর সে ভাগ তত বৃত্তবৃত্ত-পরিধিতে ভ্রমণ করে ।



এই প্রতিকৃতি দেখিলেই বোধ

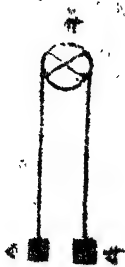
হইবে যদি 'ক' নামক দণ্ড 'ব' নামক

অবলম্বের উপর ঘুরিয়া 'উ' রেখায়

হু যাইয়া উপস্থিত হয় তবে 'ক' এর

'গ' 'ড' 'ক' 'চ' প্রভৃতি যে 'ব' হইতে যতদূর, তাহাকে তত অধিক পথ, যথা 'গ' 'ড' 'ক' 'চ' এক সময়ে যাইতে হইবে । সুতরাং উহাদিগের দূরত্বানুসারে বেগের তারতম্য হইবে ।

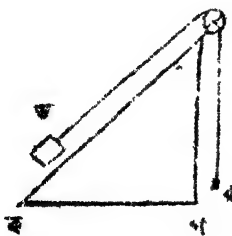
দ্বিতীয় প্রকার বিশুদ্ধ-যন্ত্র একটা রজ্জু মাত্র । উহার প্রকৃতি এই যে, উহার এক স্থানে কোন বল প্রযুক্ত হইলে তাহা সর্ব স্থানে সমান লাগে । যদি ঐ রজ্জুকে কোন কঠিন দ্রব্যের বেড় দিয়া লওয়া যায় তথাপি সেই প্রকৃতির অনাথা হইতে পারে না । কারণ উহা যে সর্বতোভাবে নম্বা এবং সর্ব-বিহীন ইহা পূর্বেই স্বীকার করিয়া লওয়া হইয়াছে ।



‘কথগ’ নামক একটি প্রেরণ রজ্জু। উহাকে ‘গ’ নামক কোন চক্রের উপর বেঁধে দিয়া এক প্রান্তে ‘ক’ এবং অপর প্রান্তে ‘খ’ নামক ভার বুলাইয়া দেওয়া হইয়াছে। উক্ত ভারী ‘খ’ ঠিক উক্ত ভারী মা. হইলে ঐ রজ্জু কখন

সামান্যস্থ থাকিবে না, যে দিকে অধিক ভার সেই দিক নামিয়া পড়িবে।

দ্বিতীয় প্রকার বিশুদ্ধ যন্ত্র একটি কঠিন ক্রমনিম্ন ধরাতল। উহার উপর ভারী জব্যাদি গড়াইয়া, অথবা টানিয়া তুলিতে পারা যায়। সেই জব্য উত্তোলন করিতে যে বল প্রযুক্ত হয় তাহাকে গতি-বিভাগের নিয়মানুসারে দুই ভাগে ভাগ করিয়া লইতে হয়। নিম্নবর্তী চিত্রে ‘কথগ’ একটি ক্রমনিম্ন ধরাতল।



খ উহার উপর ‘ড’ নামক ভার উত্তোলন করণার্থে উহাতে একটি রজ্জু বন্ধ করিয়া ‘খ’ নামক স্থানের উপর দিয়া ঐ রজ্জু নীচে বুলাইয়া দেওয়া গিয়াছে এবং সেই প্রান্তে ‘ব’

নামক ভার বন্ধ হইয়াছে। ‘ব’ ভার ‘ড’ অপেক্ষা স্থান। অর্থাৎ উহা ভারী যে, ‘ড’ সামান্যস্থ রহিয়াছে, তাহার কারণ এই যে, ‘ড’ নামক ভার পৃথিবীর মাধ্যাকর্ষণ প্রকারে ‘খগ’ সম্বন্ধে ক্রমে ঠিক নীচে আসিতে চাহে। কিন্তু ঐ বল গতি-বিভাগের নিয়মানুসারে দুইটি বলের সমান। পরন্তু ঐ দুয়ের মধ্যে একটি ‘কথ’ এর উপর সমমান হইয়া পড়িতেছে, সুতরাং তাহা ঐ কঠিন ক্রমনিম্ন ধরাতলের

প্রতিঘাতেই সামান্যতম হইতেছে। অতএব ঐ দুইয়ের একটি মাত্র এই স্থলে কার্যকরী হয়। যদি সেই বলটা 'ব' এর আকর্ষণ পাওয়া সামান্যতম হয় তবে প্রত্যয়ে 'ড' ভার স্থির চইয়া থাকে। উপরে বা নীচে কোন দিকেই যাইতে পারে না। ক্রমনিম্ন ধরাতলে যে রূপ গতি বিভাগ চইয়া থাকে তাহা প্রাকৃতিক বিজ্ঞানের প্রথম খণ্ডে ১৫৬ পৃষ্ঠার চিত্রে সুস্পষ্ট করিয়া প্রদর্শিত হইয়াছে।

বিশেষ বিবেচনা করিয়া দেখিলে, স্পষ্টই বোধ হইবে যে, বিশুদ্ধ-যন্ত্র এই এই তিন প্রকার এই ধার নাই, কিন্তু যন্ত্র বিজ্ঞান বেতার পাঠকপুস্তকের বোধ-মোক্ষার্থের নিমিত্ত ঐ তিনই প্রকার ভেদ করিয়া অত্যন্ত সূক্ষ্ম হয় প্রকার বিশুদ্ধ-যন্ত্র কল্পনা করিয়া থাকেন। কিন্তু যদি ঐকপ কল্পনা করা আবশ্যিক হয় তাহা হইলে প্রকার না বলিয়া বিশুদ্ধ-যন্ত্র আট প্রকার বলাই অধিক যুক্তিসিদ্ধ বোধ হইতেছে। সেই আট প্রকারকে যন্ত্র-মূল বলা যায়। তাহাদিগের এক একটীর বিশেষ বিশেষ নাম এই।

- | | |
|----------------------|----------------------------|
| ১, সবল-দণ্ড-যন্ত্র। | ৫, কবন্ধ-কপি-যন্ত্র। |
| ২, বক্র-দণ্ড-যন্ত্র। | ৬, ক্রমনিম্ন-ধরাতল-যন্ত্র। |
| ৩, অক্ষ-চক্র-যন্ত্র। | ৭, কাজলা বা হেনি যন্ত্র। |
| ৪, বন্ধ-কপি-যন্ত্র। | ৮, স্ক্রু-যন্ত্র। |

এই আটটির মধ্যে ১ম ২য় ও ৩য় সর্ব প্রথমোক্ত বিশুদ্ধ-যন্ত্রের প্রকার বিশেষ মাত্র—৪র্থ এবং ৫ম দ্বিতীয় প্রকার বিশুদ্ধ-যন্ত্রের অন্তর্গত আর ৬ষ্ঠ ৭ম ৮ম তৃতীয়ের অন্তর্ভুক্ত।

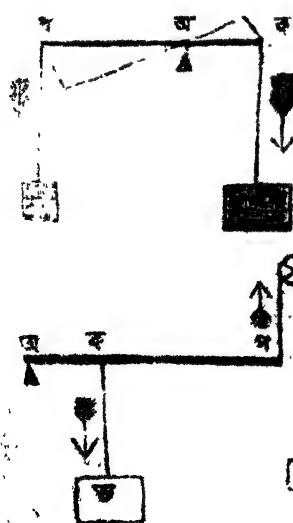
ঐহারা যন্ত্র-মূল ছয়টি বলেন তাঁহারা ২য়কে প্রথমের অন্তর্ভুক্ত এবং ৩র্থ ও ৫ম দুইকেই এক বোধ করেন।

এই সমস্ত যন্ত্র-মূলের প্রকৃতি ক্রমশঃ কথিত হইবে।

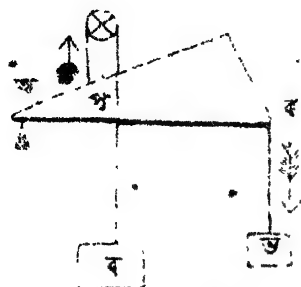
পঞ্চম অধ্যায় ।

[সরল দণ্ড-যন্ত্র—তুলা-যন্ত্র—উদাহরণ—অবলম্বের উপর চাপ ।]

একটা কঠিন এবং দীর্ঘাকার দণ্ড যদি কোন অবলম্বের উপর ঘুরে তাকান হইলেই দণ্ড-যন্ত্র হয়। দণ্ড-যন্ত্রের তিন অঙ্গ—একটী অবলম্ব এবং দুইটী ভূজ। যন্ত্রের উপর নির্ভর করিয়া দণ্ড ঘূর্ণিত হয় তাহার নাম অবলম্ব, এবং ঐ অবলম্ব হইতে প্রয়োগ-স্থানের দূরত্বে একটী ভূজ এবং কার্য-স্থানের দূরত্বে আর একটী ভূজ চলা যায়। অবলম্বের, কার্য-স্থানের প্রয়োগ-স্থানের বিভিন্ন প্রকার বিনিবেশ হইতে পারে। কোন কোন দণ্ড-যন্ত্রে অবলম্ব-স্থান মধ্যে এবং কার্য ও প্রয়োগ-স্থান উক্ত অবলম্বের দুই দিকে হয়। ঐ দণ্ড-যন্ত্রকে অবলম্ব-মধ্যাক বলে। কোন কোন দণ্ড-যন্ত্রের কার্যস্থান মধ্য ভাগে এবং অবলম্ব ও প্রয়োগ-স্থান দুই প্রান্তে হয়। তাদৃশ যন্ত্রকে ভার-মধ্যাক বলা যায়। আর কোন কোন দণ্ড-যন্ত্রের প্রয়োগ-স্থান মধ্যে ও কার্য-স্থান এবং অবলম্ব উভয় পার্শ্বে থাকে। সেই সকল দণ্ড-যন্ত্রের



নাম দণ্ড-মধ্যাক। এ প্রতিকৃতিতে 'ক' অর্থাৎ 'অ' উভয় অবলম্ব 'ক' কার্য-স্থান এবং 'প' প্রয়োগ-স্থান, 'ভ' ভার এবং 'দ' বল। এই স্থলে 'ক' এবং 'প' উভয়ের মধ্যভাগে 'অ' রহিয়াছে—অতএব ইহা প্রথম প্রকার অর্থাৎ অবলম্ব-মধ্যাক-দণ্ড-যন্ত্র হইল। এই দ্বিতীয় প্রতিকৃতিতে ভার-মধ্যাক দণ্ড-যন্ত্রের আকার দুই হইতেছে। তৃতীয় চিত্রটি বল-মধ্যাক দণ্ড-যন্ত্রের প্রতিকৃতি।



দণ্ড-যন্ত্র যে প্রকার স্থিতিক না কেন, উভার সাম্যাবস্থায় ভারের এবং বলের বেগ বল সমান থাকি আবশ্য। অতএব শবলম্ব-স্থান হইতে বলের দূরত্বকে বলের গুরুত্ব দ্বারা পূরণ কর, এবং ভারের

দূরত্বকে ভারের গুরুত্ব দ্বারা পূরণ কর, যদি এই দুই গুণ-ফল সমান হয়, তাহা হইলেই সাম্যাবস্থা কামিতে পারিবে।

পর্যায় তিনটী চিত্রের প্রথমটির 'অপ' ভূজ যদি ৬ ফাট হয় 'অক' ভূজ ২ ফাট দীর্ঘ হয় আর 'ক' স্থলে বস্তু হইয়া যে 'ভ' নামক ভার স্থলিতেছে সে যদি ১২ সের পরিমিত হয় তবে নিবেশ করিতে হইবে যে, এক স্থলে ভারের উন্নতি বা বেগ 'অক' দ্বারা এবং বলের পতন বা বেগ 'অপ' দ্বারা পরিমিত হইতে পারে। কারণ উভাঙ্গের গতি যে স্থল পরিধিতে হইবে সেই স্থানের একটীর ব্যাসার্ধ 'অক' এবং অপরাপর 'অপ'। অতএব এই স্থলে সাম্যাবস্থার নিয়ম এইরূপ হইতেছে, যথা—ভা × অক = ব × অপ।

পরন্তু 'অক' ২ ফাট এবং 'অপ' ৬ ফাট, আর ভার ১২ সের, সুতরাং

$$১২ \times ২ = ৬ \times ব$$

$$১২ \times ২ =$$

$$\therefore ব = \frac{১২ \times ২}{৬} = ৪ \text{ সের}$$

অর্থাৎ 'ব' ৪ সের পরিমিত হইলেই এই যন্ত্র সাম্যাবস্থা থাকিবে।

দেখ, এই স্থলে বেগের ক্ষতি হইয়া বলের লাভ হইল, কারণ উপরিস্থ সমীকরণের প্রথমাংশে বেগ ২, এবং অপরাংশে ৬; সুতরাং বল লাভ হইয়াছে, কিন্তু বেগ অধিক ঘাইতেছে।

দ্বিতীয় প্রতিকৃতিতে যদি এমত কল্পনা করা যায় যে, 'অক'

২ হাত 'অপ' ৬ হাত এবং 'অক' ১২ সের ভার হইলেও

$$\text{অক} \times \text{ভ} = \text{অপ} \times \text{ব}$$

$$২ \times ১২ = ৬ \times \text{ব}$$

$$২ \times ১২$$

$$\therefore \text{ব} = \frac{২ \times ১২}{৬} = ৪$$

এখানেও বেগের ক্ষতি হইয়া বলের লাভ হইতেছে। কিন্তু তৃতীয় প্রতিক্রিতে যদি 'অপ' ২ হাত এবং 'অক' ৬ হাত আর 'ভ' ১ সের হয় তাহা

$$\text{অপ} \times \text{ব} = \text{অক} \times \text{ভ}$$

$$২ \times \text{ব} = ৬ \times ১২$$

$$৬ \times ১২$$

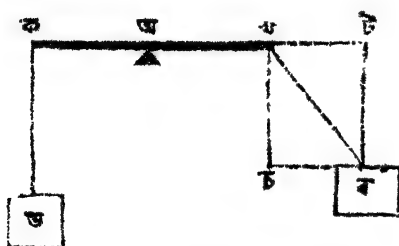
$$\therefore \text{ব} = \frac{৬ \times ১২}{২} = ৩৬ \text{ সের}$$

এই ক্ষেত্রে ৩৬ সের বলে ১২ সের ভার সাধারণ হয়। অতএব বলের অনেক ক্ষতি হইতেছে। কিন্তু বলের যত ক্ষতি হইতেছে বেগের ঠিক তদনুসারেই লাভ হইতেছে। এই প্রতিক্রিতি বেশিলেই বোধ হইবে যে, 'প' আরুট হইয়া যে সময় উহার উপরিত্ব হয়, সেই কালের মধ্যে 'ক' ও তাহার উপরিত্ব রাখায় ঘাইয়া পৌঁছে। কিন্তু 'প' যে বিন্দুতে পৌঁছিয়া যত স্থান ঘাইতেছে তাহা অপেক্ষা 'ক' যে বিন্দুতে পৌঁছিয়া যত স্থান ঘাইতেছে তাহা তিন গুণ অধিক, অতএব যেমন ১২ সের ভারকে উত্তোলন করিতে তাহার তিন গুণ অধিক বল, অর্থাৎ ৩৬ সের বল লাগিতে হইয়াছে, তেমন বেগেও তিন গুণ লাভ হইয়াছে, অর্থাৎ বল ১ হাত মাত্র নাগিয়া ভারকে ৩ হাত উত্তোলিত করিয়াছে।

অতএব নিশ্চিত হইল যে, অস্বাভাবিক হইতে বলের দ্বারা যত

এবং 'ব' ভাগ ছিল তাহা খবর ছিল না। সুতরাং এই বক্র কার্ভ 'খণ্ড' ছুটচ' এবং 'কমুন'এর একটী সমান দণ্ড-যন্ত্র হইল। এইক্ষণে সরল দণ্ডের যে প্রকৃত ইচ্ছারও সেই প্রকৃতি হইল। অর্থাৎ সামান্যস্থায়, $তক \times ভা = তচ$ ব, হইল। সর্বদা বক্র দণ্ডেরই এইরূপ। বলের এবং ভাৰের যে কোন দিকে কার্য্য হইতেছে সর্বদা স্থান হইতে তাহার উপর লম্বপাত করিতে হয়। এবং সেই সময়ের পরিমাণ করিয়া লম্বের ভাৰের এবং বলের সমষ্টি বুঝিতে পারা যায়।

যদি কোন দণ্ড-যন্ত্রের প্রতি এমনতরূপে ভার এবং বল প্রযুক্ত হয় যে, তাহাদ্বিগের প্রযোগাভিমুখ পরস্পর সমান না হয়, তাহা হইলে গতি-সম্বন্ধ এবং গতি-বিভাগের স্থল স্থগণ করিয়া ভার এবং বলের সমষ্টি নিশ্চয় করা আবশ্যিক।

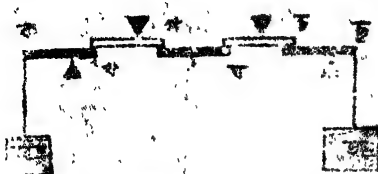


এই প্রতিকৃতিতে 'ভ' নামক ভার 'ক' হইতে লম্ব রেখা ক্রমে বুলিতেছে, কিন্তু 'ব' নামক বল 'খব' নামক বক্র রেখানুসারে আক-

র্ষণ করিতেছে, এই স্থলে কিরূপ কাণ্ড হইতেছে বিবেচনা করিতে হইলে এই 'খব' বলকে দুই ভাগে বিভাগ করিতে হয়। এই বিভক্ত বলদ্বয়ের এক ভাগ 'ক'ভর সমান্তরাল এবং সমান হইবে যেহেতু এই বল দ্বারা উক্ত ভার সামান্যস্থ হইতে পারে। সেই ভাগ যেন 'খচ'। তাহা হইলেই অপর ভাগ 'খট' হইবে, অতএব বোধ হইতেছে যে, এই বল-ভাগ সমুদায় যন্ত্রকে 'খট' অভিমুখে আকর্ষণ করিতেছে। সুতরাং তদ্বারা অবলম্বের উপর পাশ্বে টান পড়িতেছে।

অনেক গুলি দণ্ড-যন্ত্রকে একত্রে মিলিত করিলে বিভিন্ন দণ্ড-যন্ত্র হয়। পরপৃষ্ঠার চিত্রে 'কখ' 'খগ' 'গঘ' 'ঘচ', এবং 'চক' এই

পাঁচটা দণ্ড-যন্ত্র এমনভাবে সন্নিবেশিত হইয়া আছে, যে 'ক' স্থান



প্রথম দণ্ডের 'ক' স্থান নত হইলে যেমন 'খ' উন্নত হয়, তে-
মনি তৎসমকালে দ্বিতীয় দণ্ডের

এ 'খ' ভাগ উন্নত হওয়াতে 'গ' নত হইয়া পড়ে এবং 'গ' নত হইয়া 'ঘ' উন্নত হয় আর 'ঘ' এর উপর 'চ' এর অবনতি ও সংস্কার যোগে 'চ' এর উন্নতি হইয়া থাকে। এখানে বিবেচনা করা আবশ্যিক যদি সমুদয় দণ্ডগুলির অবস্থার বাম ভাগস্থ প্রত্যেক ভূজ-গুলি ১০ অঙ্কুলি পরিমিত হয়, আর দক্ষিণ ভাগস্থ ভূজগুলি প্রত্যেকে দুই অঙ্কুলি করিয়া হয়, তবে, 'ক' স্থানে 'ব' ১/১ সের পরিমিত হইলে

$$(১ \times ১০)$$

'খ' স্থানে উদ্ধার হয় $\frac{১ \times ১০}{২} = ৫$ হইবে, 'গ' স্থানে ৫ সের

$$৫ \times ১০$$

তাহলে উদ্ধা 'গ' স্থানে $(\frac{৫ \times ১০}{২}) = ২৫$ সের হইবে, আবার 'ঘ' স্থা-

$$২৫ \times ১০$$

নের ২৫ সের বল 'ঘ' স্থানে $(\frac{২৫ \times ১০}{২}) = ১২৫$ সের হইবে, 'ঘ' এর

১২৫ 'চ' স্থানে ৬২৫ এবং 'চ' স্থানে ৩১২৫ হইবে। অথবা ক্রিয়া
লাব্ধ করিবার নিমিত্ত এই সকল সমস্ত করিয়া কলিলেও হইতে পারে,

$$১ \times ১০ \times ১০ \times ১০ \times ১০ \times ১০$$

যাৎ,

$$২ \times ২ \times ২ \times ২ \times ২$$

$১ \times ৫ \times ৫ \times ৫ \times ৫ \times ৫ = ৩১২৫$ সের। যদি এই সকল ভূজ প্রত্যেক

কেই দশ অঙ্কুলি এবং দুই অঙ্কুলি না হইয়া পরস্পর বিভিন্ন হয়
তাহা হইলেও এই নিয়মানুসারে ক্রিয়া করিলে কল হইতে
পারে। কিন্তু দণ্ড-যন্ত্রের গুণ এই যে, তাহা দ্বারা অল্প স্থানের মধ্যে

মধ্যাক দণ্ড-যন্তুর প্রয়োগ করিয়াছেন। মানুষের হস্ত পদ তাহার
অতি উৎকৃষ্ট দুটোয় স্বয়ং। আমাদের হাতের কনুই অবলম্ব্য সেই
কনুইর নীচে যে মাংসপেশী আছে তাহারই সন্ধোচাত। এবং বিস্তা-
র্যতা বল, এবং দ্বিগুণ কবিতা পাচ তুল্য যায় বা কেলা যায় তাহাই
জ্বর। দেখ, যখন আমরা হাত গুড়াইয়া লই, তখন কসোমিব
সন্ধিভিত্তি ভাঙা নীচ মাংসপেশীর সরে, কিন্তু তাহাতেই হস্তের অঙ্গভাগ
অনেক দূর সরিয়া যায়। অতএব এই স্থানে বেগের লাভ হইতেছে
বিলক্ষণ সুবিধেত পাবা যায়। গায়েও ঠিক এইরূপ হয়। আঁঠি
অবলম্ব্য তাহার নীচের মাংসপেশী বল, এই মাংসপেশী অতি অস-
মান দৃঢ় চিত্ত বা বিস্তৃত হইলেই পায়ের অঙ্গভাগ অনেক দূর সরে।

দণ্ড-যন্ত্রের অঙ্গনাগের উপর দিকপে কত চাপ পড়ে আনা আব-
শ্যক। অবলম্বন-রূপে দণ্ড-যন্ত্রের ভার এবং বল উভয়েই দণ্ডীটিকে
এক দিকে আকর্ষণ করে, সুতরাং দণ্ড সামান্যই থাকিলেও ঐ দুয়ের
চাপ মিলিত হইয়া যে, অবলম্বনের উপর পড়িবে ইহা অনায়াসেই
বাহ্যতে পারা যায়।

[১৫৮ পৃষ্ঠার প্রথম প্রতিকৃতিতে যে দিকে শব্দের মুখ সেই দিকে
চাপ বুলিতে হইবে ।]

ভার-মধ্যক দণ্ড-মস্তকে বস এবং ভার উভয়ে একাভিমুখে চাপ দেব
না। যদি 'বল' নীচের দিকে যায় তবে ভার উপরের দিকে উঠিতে
চেষ্টা করে। অতএব এই স্থানে ঐ দুই চাপের পরস্পর বিপরীত।
বাঁ বাঁদকলন-কল যত অবলম্বের উপরে তত চাপ পড়িয়া থাকে।
[১৫৮ পূর্ণার দ্বিতীয় প্রতিক্রিয়াতে ইহা সমপ্রমাণ করিয়া লও।]

যদি 'ভ' ১২ সের এবং 'অক' ২ হাত আর 'অখ' ৬ হাত হয়
 তবে 'ব' ($\frac{১২ \times ২}{৬}$) = ৪ সের হওয়া আবশ্যিক। সুতরাং সাদ্যাবস্থার
 'অ' এর উপর (ভ-ব=১২-৪= ৮ সের ভার পড়ে।

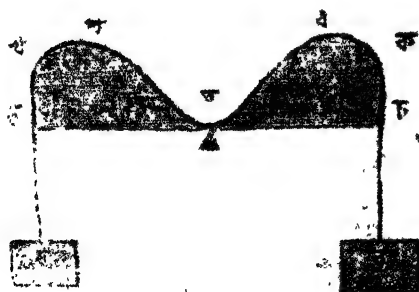
যখন দুই জন খুঁটে কোন ভাঙ্গী জবা বাঁশে বান্ধিয়া লইয়া যায়, তখন তাহারা জেঁতার ঠিক মধ্যস্থলে বাঁধে। নচেৎ যাচার নিকটে তা তাহাকে অসিক তার সহ্য করিতে হয়।

বল-সম্যক দণ্ড-যন্ত্রেও ঠিক এইরূপ বিবেচনা করিলেই ভাঙের এবং বলের সাধকলন-ফল যে অবলম্বের উপরের চাপ হইবে ইহা নিশ্চয় বোঝাই যাইতে পারে।

ষষ্ঠ অধ্যায়।

[বহু দণ্ড যন্ত্র—মিশ্র দণ্ড যন্ত্র—২য় অধ্যায়]

যদি দণ্ড-যন্ত্র ঠিক সরল না হয় তাহা হইলেও উহার পূর্ণ প্রকৃতির কিঞ্চিৎ পরিবর্তন ঘটে না। কিন্তু তাহার ভাঙের এবং বলের পরস্পর সম্বন্ধ নিরূপণার্থে অবলম্ব হইতে উহাদিগের দূরত্ব কত তাহা বিবেচনা করিয়া বুঝা আবশ্যক।



‘ক’ নামক একখানি বস্তু কাঠ খণ্ড ‘খ’ নামক অবলম্বের উপর অবস্থিত আছে। যদি ‘ক’ এবং ‘খ’ দুইজন দুই দিকে দুইটা ভার বুলাইয়া

দেওয়া যায়, তবে এই ভারদ্বয়ের পরস্পর সম্বন্ধ কিরূপ হইবে? ইহা জিজ্ঞাসা করিলে এই স্থলে প্রথমতঃ বিবেচনা কর যেন, এই কাঠের উপবিভাগ ক্রমশঃ চাতিয়া ফেলা যেন। উহাতে কুড়াকার যে ‘পা’

এইরূপ অবলম্বন-মধ্যাক দণ্ড-যন্ত্রের উদাহরণ স্থল শত শত আছে ।
 ভার-মধ্যাক দণ্ড-যন্ত্রের একটি উদাহরণ দাঁতি । ইতিবে এক প্রান্তে যে
 খিল থাকে তাহাই অবলম্ব, উহার মধ্যে যে গুণাকাদি দ্রব্য থাকে
 তাহাই ভার, এবং অপর প্রান্তে যে চাপ দেওয়া যায় তাহা বল ।
 ভারমধ্যাক-দণ্ডের আর একটি উদাহরণ নৌকার দাঁড় । দাঁড়ের মুখে
 জনের যে প্রতিঘাত হয় তাহা অবলম্ব, দাঁড়ের মধ্য ভাগে যে নৌকা
 ঝিক থাকে তাহা ভার, এবং দাঁড়ের অপর প্রান্তে মনুষ্য কর্তৃক দে-
 আকর্ষণ প্রদত্ত হয় তাহাই বল । হাইলও এইরূপ দণ্ড-যন্ত্র । কন টও
 এইরূপ । কবাট যে কড়া বা ইস্‌কলে খুলান থাকে তাহাই উহার
 অবলম্ব, উহার 'ভার' মধ্যে থাকে এবং অপর প্রান্তে যখন হাত দিয়া
 টেলা যায় তখন হস্তের 'বল' প্রযুক্ত হয় । হাত-গাড়িরও মধ্যে ভার
 এক পাশের চক্র অবলম্ব এবং অন্য প্রান্তেই মনুষ্যের হস্ত বল ।
 বগি গাড়ি প্রভৃতি যত দ্বিচক্র শব্দট আছে সকলই এইরূপ । মই দিয়া
 যখন উণ্ডয়ে উঠা যায় তখন যে উঠে তাহাব ভার উক্ত মইএর মধ্যে
 থাকে, নীচে মৃত্তিকা অবলম্ব হয় এবং যাহাতে মই ঠেকিয়া থাকে, সেই
 প্রাচীরাদি বলের কার্য করে । বেহারাদিগের স্কন্ধের পাল্লিকাকেও
 এইরূপ দণ্ড-যন্ত্র বলা যাইতে পারে । কারণ উহাতেও ভার-মধ্যে
 থাকে এবং এক পাশের বেহারাদিগের স্কন্ধ অবলম্বের কার্য করে ও
 অপর পাশে বেহারাদিগের স্কন্ধ বলের কার্য করে ।

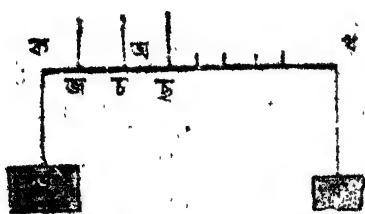
পূর্বোক্ত দুই প্রকার দণ্ড-যন্ত্রের উদাহরণ যত অধিক পাওয়া যায়
 বল-মধ্যাক দণ্ড-যন্ত্রের উদাহরণ তত পাওয়া যায় না । পূর্বোক্ত কথিত
 হইয়াছে যে, এই প্রকার দণ্ড-যন্ত্রের আশ্রয়ে বল ব্যয় করিয়া বেগ
 লাভ হয় । অতএব যে স্থলে বেগের প্রয়োজন সেই স্থলেই এই যন্ত্র
 ব্যবহৃত হইয়া থাকে । প্রাচীরাদিগের সর্বদা সান্নাধ্যান বিচরণ করা
 আবশ্যিক, সতরাং তাহাদিগের শরীরে বেগের বিলম্বন প্রয়োজন
 আছে । এই हेতু ভগদীশ্বর তাহাদিগের অনেক অঙ্গে এইরূপ যন্ত্র

অন্য এক ভাঁয়ের দূরত্ব যত বড় হয় ততই বলের লব্ধি এবং বেগের ক্ষতি হয়, আর বালক দূরত্ব যত অল্প এবং ভারের দূরত্ব যত অধিক হয় ততই বলের ক্ষতি অল্প এবং বেগের লব্ধি বড় থাকে। যদি বলের এবং ভারের দূরত্ব সমান হয় তবে লব্ধি নোহুদান কিছুই হয় না। এক দিকে যত ভার নেমে আসে অন্য দিকে ঠিক তাহার সমান বল দিতে হয়, নাহলে বস্তু সামান্যত থাকে না। নিম্নে এইরূপ সম-ভুজ-দণ্ড-যন্ত্র। উভয় দিকে ভারের এবং দুই দিকে দুই ভুজ সমান। অতঃপর এক দিকে যত ভার দেওয়া যায় অপর দিকে ঠিক তত ভার না দিলে ঐ যন্ত্র সামান্যত হয় না; যে দিকে ভার সেই দিকে ঘুরিয়া পড়ে।

যদি এই নিম্নে যন্ত্রের দুই ভুজ সমান ভারী হয়। সমান নোহুদ হওয়া অবশ্যক। তাহা হইলেই ওজন ঠিক হইতে পারে। পাশ্চাত্য দেশে ইহা না হইলে তখন ঐ একবার এক পাঞ্জায় এবং দ্বিতীয় বার অপার পাঞ্জায় রাখিয়া প্রত্যেকের পরিমাণ করিয়া লইলেও ওজন ঠিক ঠিক হওয়া যায়। একে যখন একবারে তিনিক বার করা করে তখন প্রায়ঃ একপে 'পারি-বসন' করিয়া মনে। কিন্তু যদি যন্ত্রের দূরত্ব সমান করিতে হয়, তখন পুনঃ পুনঃ ওজন করিতে হয়। বলায় প্রথমে নিম্নের দুই দিক সমান ভারী আছে কি না পরীক্ষা করিয়া দেখে এবং যে দিক লঘুবেদ হয় সেই দিকে অপর কোন ভার দিয়া, অর্থাৎ 'পাশান ভারিয়া' উভয় দিক সমান করিয়া দেয়। কিন্তু 'পাশান ভারিয়া' অপেক্ষা একটী আরও উত্তম উপায় আছে তাহা অবলম্বন করিলে অতি মিত্রত্ব তুল্য-দণ্ড দ্বারাও পরিমাণ ঠিক হইতে পারে। প্রথমে যে যন্ত্রের ওজন করিলে তাহা এক পাঞ্জায় রাখিয়া অপার পাঞ্জায় বাসুকা ইষ্টক বা বাহা কিছু দিয়া দুই দিক সমান করিয়া লেবে, পরে ঐ যন্ত্রকে নামাইয়া সেই পাঞ্জায় বাটখারা তুলিয়া দিলে 'যে পরিমাণ বাটখারা তুলিলে অপর পাঞ্জার ইষ্টকাদির ঠিক সমান হইবে, তাহাই ঐ যন্ত্রের পরিমাণ। তুল্য-দণ্ড

যেমন হটক না কেন, যদি বাটখারা ঠিক থাকে, তবে এইরূপ করিলে অবশ্য প্রকৃত পরিমাণ জানা যাইবে।

দণ্ড-যন্ত্রের ভুল মর-সময় না হইলেও এই যন্ত্রের প্রকৃতি জানা থাকিলে তদ্বারা অব্যাসির ভাৱ পরিমাণ হইতে পারে। পরবর্তী



চিত্রে 'ক' দণ্ডের যদি অবলম্বন স্থান 'অ' হয় এবং 'অক' ভুল ৪ অঙ্গুলি আর 'অখ' ভুল ২০ অঙ্গুলি প্রমাণ হয় তবে 'খ' হ'তে

'ব' নামক $\frac{২০ \times ২}{৪}$ সের ভাৱ স্থলাগিয়া দিলে 'ক' হইতে $(\frac{২০ \times ২}{৪}) = ১০$ সের

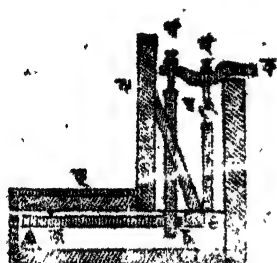
ভাৱ স্থলাইতে হইবে, নচেৎ দণ্ড সাম্যাবস্থ থাকিবে না। সুতরাং যদি এই দণ্ডে 'ব' এবং 'ভ' সাম্যাবস্থ থাকে তবে 'ব' কত জানিলেই 'ভ' কত আছে জানিতে পারা যায়, অতএব ইচ্ছা দ্বারাও ভাৱ নিশ্চয় হইতে পারে।

কিন্তু যদি এই রূপ না হইয়া 'ব' সর্বদা সমান থাকে। আর 'অকে' যথা ইচ্ছা সরাইতে পারা যায়, তাহা হইলেও পরিমাণ হয়। কারণ দেখ যদি অবলম্বন 'অ' হইতে 'চ' স্থানে সরিয়া আইসে এবং 'অচ' দুই অঙ্গুল প্রমাণ হয় তবে এই স্থলে ভাৱের দূরত্ব ৬ অঙ্গুলি এবং বলের দূরত্ব ১৮ অঙ্গুলি হইবে। সুতরাং 'ব' $\frac{১৮}{৬}$ সের হইলে 'ভ'

$(\frac{১৮ \times ২}{৬}) = ৬$ সের হইয়া আবশ্যক। যদি অবলম্বন স্থান আরও 'খ' এর

নিকটে দুই অঙ্গুল আসিয়া উপস্থিত হয়, তবে ভাৱের দূরত্ব ৮ অঙ্গুল এবং বলের দূরত্ব ১৬ অঙ্গুল হইবে। সুতরাং 'ক' যদি সেই $\frac{১৬}{৮}$ সের

অধিক বলের কার্য করা যায়। একটি বিশুদ্ধ দণ্ড-যন্ত্র হইয়া অধিক বল লাভ করিতে গেলে, দণ্ডকে অত্যন্ত বৃহৎ করিতে হয়, সুতরাং তাহার নিমিত্ত স্থলীর স্থান করিবার আবশ্যকতা হয়, কিন্তু বিভিন্ন দণ্ডগুলিকে উপরে নাচে পার্শ্ববান প্রকারে বঁকাইয়া রাখিবার সুকরাৎ অল্প স্থানের উদ্ভাটনগের দ্বারা সম্পন্ন হইয়া থাকে। অতি গুরুতর দ্রব্য সকল অনায়াসে ওঠান করিবার জন্য রেলগাড়ের আ-

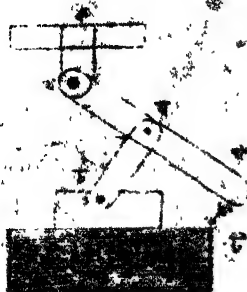


কিসে যে ভুলানুসৃত থাকে তাহা কেবল একটি মিশ্র দণ্ড-যন্ত্র মাত্র। 'হ' এর উপরে কোন ভার স্থাপিত করিলে, বে চাপ পড়ে তাহার কতক 'জ' এর উর্দ্ধ-বর্তী দূরে অবলম্ব দ্বারা 'জ' দণ্ডের

উপর পতিত হয়। তদ্বারা 'জ' ক্রিয়মান হইলেই 'গ' দণ্ড দ্বারা 'গ' স্থানে টান পড়ে। আবার 'জ' ভারের কতক চাপে 'ক' স্থান নত হয়, তদ্বারা 'ক' নামিয়া আসিবার চেষ্টা করে। এবং সেই বলে 'ঙ' অবনত হয়। সুতরাং সেই চাপও 'ঙ' দ্বারা 'গ' দণ্ডের 'গ' নামক দণ্ডে উপস্থিত হয়।

একণে বিবেচনা করিতে হইবে যে 'হ' স্থানে যে চাপ পড়ে তাহা 'জ' স্থানে এবং তথা হইতে 'ক' ও 'গ' স্থানে অনেক স্থান হইয়া যায়। আর 'খ' স্থানে যে চাপ পড়ে তাহাও স্থান হইয়া 'গ' দণ্ডে কার্যকারী হয়। এইরূপে 'হ' স্থানের চাপ কত স্থান হইয়া আসিয়াছে জানা থাকে। অতএব যে বলের দ্বারা বস্তুর স্থানান্তরিত হয় তাহার পরিমাণ করিয়া তাহাকে তত হুঁচি করিয়া লইলেই প্রকৃত পরিমাণ জানা দাইতে পারে।

বিভিন্ন দণ্ড-যন্ত্রের আর একটি ব্যবহার যুগ্ম বস্তুর দেখিতে পাওয়া



বার। যন্ত্র-যন্ত্রে একেবারে অধিক চাপের
আবশ্যক। অথচ এই যন্ত্র যত সংকীর্ণ স্থান
ব্যাপক হয় ততই উত্তম।

‘ক’ নামক এক খানি কাঠে স্থানে বহু
আছে, উহা কোন দিকেই সরে না। এই
কাঠ খণ্ডে ‘খ’ নামক একটা দণ্ড কীলক
দ্বারা এমনতরূপে বদ্ধ আছে যে, তাহাকে

খানি সরিয়া টানিলে এই কীলকের উপর সরিয়া আইসে। ‘খ’
যন্ত্রের মধ্য ভাগে ‘ঘ’ নামক আর একটা কীলক দ্বারা ‘ঘ’ নামক আর
একটা দণ্ড সংযুক্ত আছে, এই দণ্ডের অপর প্রান্তে ‘চ’ নামক কীলক
দ্বারা একটা কঠিন এবং মন্থন তাত্র বা লৌহ কলক আছে। ‘গ’
স্থান সরিয়া পড়াভিত্তিতে আকর্ষণ করিলে ‘ঘ’ দণ্ডের দিকে বহুভাবে
সরিয়া যায়, সুতরাং ‘চ’ দণ্ড দণ্ডক্রমণঃ পড়াস্থান হইয়া উঠিতে থাকে,
তাহা হইলেই উহার চাপ উপরে ‘ক’ এর দিকে এবং নীচে ‘চ’ এর
অভিমুখে হয়। কিন্তু ‘ক’ স্থানে বদ্ধ, সুতরাং কিছু বাড়ি সরিতে
পারে না, অতএব উহার প্রতিঘাতও ‘চ’ এর উপর লম্বের দ্বারা
হয়। তাহাতে ‘চ’ দ্বারা বদ্ধ যে দণ্ড কলক আছে, তাহা অত্যন্ত
বলে নীচে সরিয়া যায়। উক্ত যন্ত্র-যন্ত্র সকলে এইরূপ বিজ্ঞানগণের
বান্ধন হয়। ইহাতে যে যেমন শীঘ্র কত অধিক চাপ পড়ে তাহা
সহজেই অনুভব করা যাইতে পারে।

সপ্তম অধ্যায়।

[কপিকল — এক কপি — এক কপি — কপি সংহতি]

যদি রজ্জু শৃঙ্খলাদি দ্বারা সমুদায় সর্বস্বতোভাবে নম্রা এবং ঘর্ষণ বিহীন হইত তবে এক্ষণে কপি-কলে যে প্রকার একটী একটী চক্র দেখা যায় তাহা দিবার প্রয়োজন হইত না। যে কোন প্রকার জ্বা হউক রজ্জাদিকে তাহাতে বেড় দিয়া 'এক পাশে ধরিয়া টানিলেই অন্য পাশে টান পড়িত। অর্থাৎ তাহা হইলে 'ক' এর ন্যায় স্বক্ষম বা 'ক' এর ন্যায় স্থূল মুখ 'কাষ্ঠাদি'র উপর দিয়াও 'বল' দ্বিধির যোগে বল

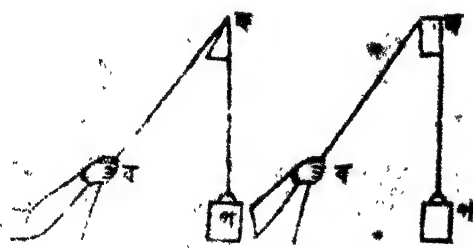
প্রয়োগ হইতে পারিত।

কিন্তু বাস্তবিক কোন র-

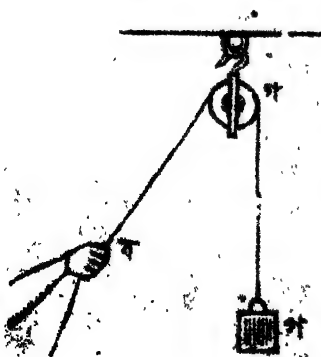
জ্জুই সর্বস্বতোভাবে নম্রা

এবং-স্থূল নহে। সুত-

রাং কপি-যন্ত্রে ঘর্ষণাদি



দোষ পরিহার করিবার অভিপ্রায়ে রজ্জুকে এক এক খানি ঢাকার উর্পরে বেড় দিয়া রাখা যায়। তাহাতে কপি-যন্ত্রের আকার এইরূপ



হয়। 'গ' নামক এক খানি ক্রয় চক্র

উচ্চার ধারের মধ্যভাগ কিঞ্চিৎ তাহাতে

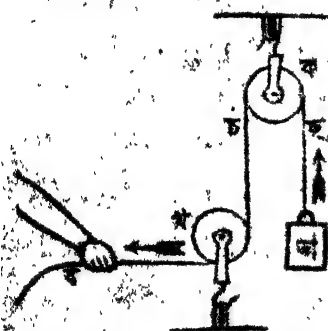
রজ্জু বলিষ্ঠা যায়। এবং 'ব' হইতে টান

দিলে ঐ চক্র আপন কীলকের উপর

বেগে ঘুরিতে থাকে; তাহাতে রজ্জু

উপর ঘর্ষণ অধিক হইতে পারি না।

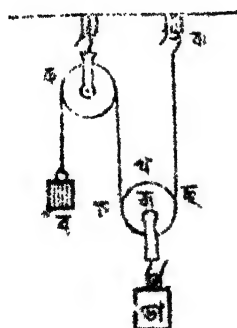
কণি-যন্ত্রে দ্বারা এক দিকের বল প্রয়োগ করিয়া অন্য কোন দিকে বল প্রয়োগ করিলে যে কল হইত সেই কল উৎপন্ন করা যাইতে পারে। জাহার দুটাক্ট বেল, 'ক' 'খ' দুইটা কণির যোগে 'ন' সজ্জিহিত পালের অভিমুখে হইতেছে, কিন্তু 'তা' নামক তার উন্নত হইয়া উঠিতেছে।



এই থানে কত বলে কত ভার উঠিতেছে বিবেচনা করিয়া দেখিলেই বোধ হইবে যে, এইরূপ কণি কলোয় দ্বারা বল বা বেগ কিছুকি লাভ হয় না। যত বল দ্বারা

কণি-নিবে 'চ' দ্বারাও ঠিক তত বল পড়িলে, এবং 'খ' স্থানেও সেই বল লাগিলে। আর যদি 'ন' এক হাত সরিয়া যায় তবে 'খ'র নড়ির অপেক্ষা প্রান্তর একহাত সরিবে। অতএব 'তা'ও ঠিক সেই এক হাত উঠিবে। তবে এই প্রকার কণিকল ব্যবহার করিবার কল এই বৈ, ইহা দ্বারা বল প্রয়োগের দিক পরিবর্তন করিয়া অনেক কার্যের সুবিধা করিয়া লওয়া যায়। কিন্তু ইহাও সামান্য উন্নতকর নহে। কণিকল না থাকিলে 'তা'কে উন্নত করিয়া সুবিধার নিমিত্ত 'খ' ও 'ক' উদ্ধ হইতে আকর্ষণ করিতে হইত। তাহাতে অনেক প্রকার বিঘ্নের যুগাবনা। আর সেইরূপে বল প্রয়োগ করিতে পারাধির সাধারণ নাই। কিন্তু কণিকল দ্বারা পড়ি যেভাবে সংস্থিত হইয়াছে, অতএব 'খ' স্থানে কোন প্রকার বল প্রয়োগকে নিবৃত্ত করিয়া দিলেও অন্যদিকে ভার উন্নত হইতে পারে। এইরূপ কণি যন্ত্রে বহু কার্যে

তারের স্থানান্তর ঘটিলেও ইহার কোন দিকে গতি হয় না। এই জন্য ইহার নাম বন্ধ-কপি। আর এক প্রকার কপিকল আছে, তাহা উহার নাম বন্ধ নহে এবং তৎকর্তৃক বলের লাভ হইতে পারে। তাহা পার্শ্ববর্তী প্রতিরুদ্ধের এক ভাগে বন্ড হইবে। 'ক'র বন্ধ কপি,



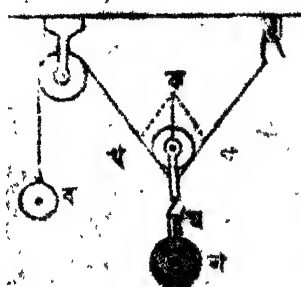
অতএব উহা কর্তৃক বেগের বা বলের কিছুই সাহায্য হইতেছে না। 'খ' কপিটী অবন্ধ আছে। তদ্বারা প্রযুক্ত বলের বৈশিষ্ট্য লাভ হইতেছে। কারণ এই 'খ' কপিটীকে একটি দণ্ড-যন্ত্র স্বরূপ বোধ করা যাইতে পারে। সেই দণ্ড-যন্ত্রের এক পার্শ্বে অর্থাৎ 'ক' স্থলে বল,

'জ' স্থানে ভার এবং 'হ' স্থানে অবলম্ব। সুতরাং কপির চক্ৰটী যতই ছোট বা বড় হউক না কেন, উহা কৃত্তাকার হইলে 'হ' হইতে 'জ' যত দূরে আছে 'ক' তাহার অবশ্যই দ্বিগুণ দূরে হইবে। তাহা হইলেই দণ্ড-যন্ত্রের নিয়মানুসারে বলের লাভও দ্বিগুণ হইবে।

পরন্তু যেমন বলের লাভ দ্বিগুণ, তেমনি বেগের অপচয়ও দ্বিগুণ হয়। কারণ স্পর্কেই বোধ হইতেছে যে 'ক' এক হাত নাগিলে 'জ' পূর্ণ এক হাত উঠে উঠিবে না; 'হ' এর দিকের ২ হাত আর 'ক' এর দিকের ২ হাত এই দুইয়ের এক হাত দড়ি কমিবে। সুতরাং তারের উন্নতি অর্ধহস্ত পরিমিত হইবে।

যদি কোন অবন্ধকপি যন্ত্রে বল এবং তারের সরিবেশ কিছু পরস্পর সমান্তরাল না হয়, অর্থাৎ উহার কোনাকোণী হইয়া টানে করিয়া হইলে বল ঠিক দ্বিগুণ লব্ধ হয় না। সেই স্থলে গতি সাধোত্তর নির্দিষ্ট-

বলধন করিয়া একটি সমান্তরাল চতুর্ভুজ প্রস্তুত করত বলের এবং তারের পরিমাণ করিতে হয় । নিম্নবর্তী প্রতিকৃতিতে, যদি 'ক' $\frac{1}{8}$ সে. হয় তবে 'খ' হইতে 'গ' স্থল পর্যন্ত ৪ ইঞ্চি বা অঙ্গুলি পরিমাণ করিয়া লও এবং 'গা' এর দিকের টান যথ এক দিকের সমান হয়

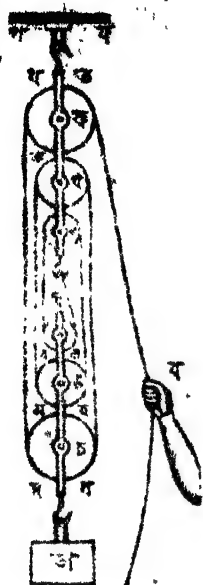


বলিয়া 'গ' কে $\frac{1}{8}$ ইঞ্চি বা অঙ্গুলি পরিমিত কর । তারার পর 'ক' বা 'খ' নামক সমান্তরাল চতুর্ভুজ প্রস্তুত করিয়া, উহার 'খ' কর্ণের দিক পরিমিত কর । সেই কর্ণের দিক যত অঙ্গুলি প্রমাণ, 'তা' নামক তারও তত সে. হইলে সূচক কপি-যন্ত্র সামান্যই

চাকিবে ।

যদি তার পরিমাণ জানি থাকে এবং কত বলে 'এ' তার সামান্যই হইবে জানিবার প্রয়োজন হয়, তবে 'এ' 'ক' যত সে. 'খ' হইতে উর্দ্ধদিকে তত অঙ্গুলি বা ইঞ্চি প্রমাণ একটি 'দু' রেখা পাতি কর, পরে 'এ' 'ক' হইতে দুই দিকের দুই রকম সমান্তরাল করিয়া 'ক' এবং 'কগ' নামক দুইটি রেখা টান, 'ক' যত অঙ্গুলি বা ইঞ্চি হইবে 'দু' তত সে. হয়। আবশ্যিক ।

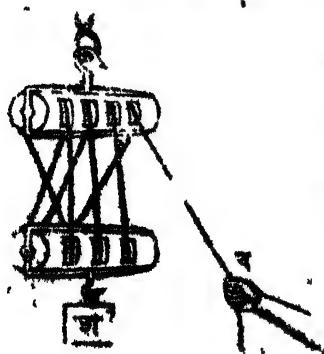
* একটি অবশ্য কপিতে বেগন বলের লাভ হয় বলাধিনায়ে, তাহা বিবেচনা করিলেই বোধ হইবে যে, একবারে দুইটি জিনিস একত্র কপির প্রয়োগ করিতে পারিলে ততোধিক বল লাভের সম্ভাবনা । এই জন্যই অনেক স্থলে কপি-সংক্রান্ত যন্ত্রে দুইটি পাচক, কখনো সর্বদা ব্যবহৃত কপি-সংক্রান্ত যন্ত্রে দুইটি পাচক ব্যবহৃত হয় ।



‘ক’ ‘খ’ ‘গ’ এই তিনটি কপিকে একত্রিত করিয়া ‘ঘ’ কপি-সংহতি হইয়াছে, তাহা ‘প’ক স্থানে বদ্ধ, আবার ‘দ’ ‘ড’ ‘ঢ’ নামক যে তিনটি - মিলিয়া ‘ব’ একটা কপি-সংহতি হইয়াছে তাহা অবদ্ধ। বদ্ধ তিনটিও যেমন পরস্পরে সম্বদ্ধ হইয়া এক ‘ফ্রেমের’ কিতর দ্বারা অবদ্ধ তিনটিও সেইরূপ এক ‘ফ্রেমের’ দ্বিতরে থাকিয়া যাবে।

বদ্ধ কপিতে বলের পূর্বাবস্থাই রাখে; অতএব বল ‘ব’ত রজ্জু ভাগেও যে রূপ আছে ‘খ’র রজ্জু ভাগেও ঠিক সেইরূপ থাকে; কিন্তু ‘ঘ’ স্থানে উহা দ্বিগুণ হয়; আবার ‘দ’তেও যে রূপ ‘ভ’তেও সেইরূপ থাকিয়া যায় কিন্তু

‘ব’ স্থলে দ্বিগুণ হয়, আবার তাহাও ‘ল’ স্থানে দ্বিগুণ হয় এবং সেই বলেই ভার উঠে অতএব এইরূপ কপি-সংহতিতে যতগুলি অবদ্ধ কপি থাকে বল তত বার দ্বিগুণিত হয়। সুতরাং এই স্থলে গণিতের সাহেত্যানুসারে $ব \times ২ \times ২ \times ২ = ভা$, অথবা $ব \times ২ = ভা$ সুতরাং যদি ‘ব’ ৪ সের হয়, তবে ‘ভা’ $৪ \times ৮ = ৩২$ সের হইবে।



এ স্থলেও উপরকার ৪টা কপি বদ্ধ এবং নীচের ৪টা অবদ্ধ। অতএব বলের এবং ভারের সাম্যাবস্থা পূর্ণ হইয়াসুতরাং সিদ্ধান্ত হইতে পারে।

অর্থাৎ $ব \times ২ \times ২ \times ২ \times ২ = ভা$ অথবা $ব \times ২ = ভা$; কপি বদ্ধ হইলে

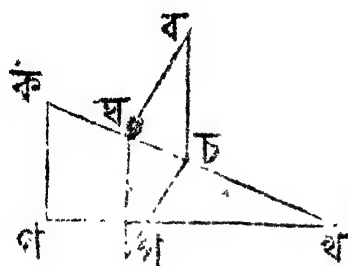
অল্প ব্যয় অল্প কামাসে অল্পত হয়, আর ইহা এতাদৃশ ভাঙ্গি বা
রহন কার মতো যে, এক কাম হইতে অন্য কামে লইয়া যাইতে বিশেষ
কষ্ট হয়, এই সকল কারণে কপি কালের ব্যবহার সচবাচরই হইয়া
গাকে । যুদ্ধাদি নির্মাণ কালে রুহং রুহং কড়িকাট এই যন্ত্র দ্বারা
উত্তোলিত হয় । আহাতির পাইল দিল্লত বা সঙ্কচিত করিবার সময়ে
কপির অত্যন্ত প্রয়োজন ।

কিন্তু কপি দ্বার যত বল লাভ হইবে গণনা করিয়া নির্ধারণ করা
যায়, কার্যে কখনই তত লাভ দেখিতে পাওয়া যায় না । তত কি ?
যদিগাদি নানা কারণে সমুদায় বলেই প্রায় তিন ভাগ লক্ষণ হইয়া
যায় ।

অষ্টম অধ্যায় ।

(কদম্ব-নিয়মসম্বল)

যখন একখানি তক্তা অথবা অন্য কোন সরুতল ত্র্যবোর উপর
কেন ভাঙ্গি নষ্ট থাকে, তখন সেই ত্র্যব পৃথিবীর আধাক্ষরিক বলে নিম্ন-
গামী হইতে চাহে, কিন্তু তক্তা তক্তার প্রতিবর্তি পাইয়া থাকিতে পারে
না অতরাং তক্তার সামান্যতম থাকে ; কিন্তু যদি এই তক্তার এক দিক
ধরিয়া কিসি উত্তোলন করা যায়, তাহা হইলে তক্তার প্রকৃতি কিসি
পরিবর্তিত হইবে । তখন তক্তার ভার-মধ্য স্থানে পৃথিবীর যে আক-
র্ষণশক্তি আছে তাহা পূর্ববৎ পথ দেখাইয়াই পড়ে কিন্তু তক্তার প্রতি-
বর্তিত সেই রেখার-প্রতিকূল-মুখে গর নাও কখন । পর পৃথিবী প্রতি-
বর্তিত) আকর্ষণ-মণ্য প্রতিমুখে এবং প্রতিবর্তিত হইয়া পড়ে ।



হইতে থাকিবে। সুতরাং এই দুই
বাক্য দ্বারা 'ঘ' নামক দ্রব্যের 'ঘট'
বৈশিষ্ট্য লক্ষ্যে গতি জন্মিবে। এই স্থলে
স্পষ্ট দেখিতে পাওয়া যায় যে, 'ঘণ'
যত বড় 'ঘট' কদাপি তত বড় নয়।
অতএব 'ঘণ' এর নীচে কথ তুল্যতা না থাকিলে ঐ দ্রব্য যত বলে পড়িয়া
যাইত, ঐ তরফা থাকিতে উহা তত বলে পড়িতে পারিত না। সুতরাং
'ঘ' যত ভাবী তত। অতএব 'ঘণ' নামক অল্প ভাবী কোন দ্রব্য 'ঘট'
বৈশিষ্ট্য টানিয়াই 'ঘ' স্বস্থানে থাকে। অর্থাৎ উহা 'ঘণ' অভিমুখে
নিম্নগতির হয়।

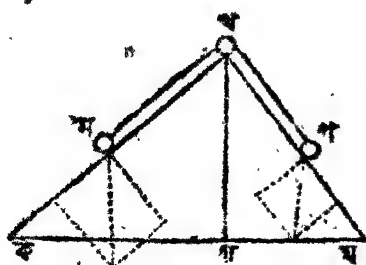
অতএব যোগ হইতেছে, কোন স্রববে 'ঘ' তত্ত্বের ন্যায় জন্ম-নিম্ন
ধরাতলের উপর ঠেলিয়া তুলিতে অথবা উহা উপর হইতে যে দ্রব্য
পড়িতেছে তাহাকে আটকাইয়া রাখিতে অপেক্ষাকৃত অল্প বল
লাগে; ইহার উদাহরণ অনেক স্থলে সর্বদাই দৃষ্টিগোচর করা যাই-
তেছে। যখন গাড়োরানোবা কিকিছুমত স্থানে গাড়ি তুলিবার চেষ্টা
করে তখন সহজে না পারিলে যেখান দিয়া গাড়ির ঢাকা বাইবে
সেই স্থানে তুল্য পাতিয়া দেয় তাহা করিলেই গাড়ি তুলিতে পারে।
যখন আমবা কোন উচ্চস্থানে উঠিবার চেষ্টা করি, তখন একেবারে
আপনাদিগের শরীরকে তত উন্নত করিতে পারিব না জানিয়া নইকে
ঈষদক্রমে রাখিয়া ওয়ারা উঠিতে থাকি। ঐ মই একটা ক্রম-
নিম্ন ধরাতলের কার্য করে। গরর গাড়িতে বড় বড় পিণা তুলিবার
সময় ঐ গাড়ি পশ্চাদিক নত করিয়া দেয়, তাহাতে ঐ গাড়ি ক্রম-
নিম্ন ধরাতল হয়। এবং উহাতে অনায়াসে অতি গুরুভার দ্রব্য
সকল উত্তোলিত হইতে পারে।

ক্রম-নিম্ন ধাতুল যত অল্প উচ্চ, এবং অধিক দীর্ঘ হয় উহা দ্বারা কতই বলের লাভ হইতে পারে। পূর্বে প্রতিকৃতিতে ‘ঘচ’ ‘ঘপ’ ‘ঘব’ এই তিনটি রেখা পরিমাপ করিয়া দেখিলেই বোধ হইবে যে, ‘ঘপ’ ‘কপ’ এর সমান অর্দ্ধাংশ বা যে কোন ভাগ হইবে ‘ঘচ’ ও ‘কচ’ এর সমান বা সেই সেই ভাগ হইবে। কিন্তু ‘ঘপ’ ত্রয়োদশ ভাগ স্থানীয়, ‘ঘচ’ উহা বল স্থানীয়। অতএব সঙ্গ হইতেছে যে, কথ কচ = ৩ : ১ ; অর্থাৎ যদি ‘কথ’ এর নাম দৈর্ঘ্য এবং তাহার সংকেত ‘দৈ’ হয় আর ‘কগ’ এর নাম উচ্চতা এবং তাহার সংকেত ‘উ’ হয় তবে $দৈ \times ৩ = উ \times ১$ ।

এই নিয়ম মনে করিয়া, ত্রিভুজ ক্রম-নিম্ন ধাতুলে কত বলে কত পরিমাণ ভার সাম্যাবস্থায় রাখা নির্ণয় করা যাউতে পারে। ক্রম-নিম্ন ধাতুল ১২ হাত দীর্ঘ এবং ৪ হাত উচ্চ, তাহার উপরে ১৫ সের ভার সাম্যাবস্থায় রাখিতে কত বলের আবশ্যক। এই স্থলে

$$\text{কথ} \text{ বাইত্রেড যে, } ১২ \times ব = ৪ \times ১৫, \therefore ব = \frac{৪ \times ১৫}{১২} = ৫, \text{ অর্থাৎ}$$

৫ সের বলের প্রয়োজন।



কোথাও কোথাও ছুইটী ক্রম-

নিম্ন ধাতুলের কার্য এক কালেই নিষ্পন্ন হইয়া থাকে, এই প্রতি-
কৃতিতে দৃষ্টি করিয়া দেখ, এই
সকল স্থলে যেমন এক দিকে

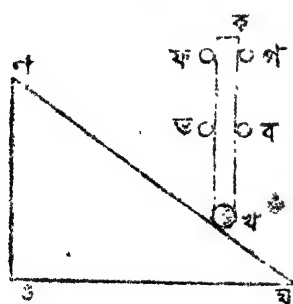
একটি ভার নামিতে থাকে, তেমনি অপর দিকের আর একটি ভার উঠিয়া আইসে। ‘প’ এবং ‘ম’ এর পরিমাণ কত হইলে উহাদ্বিগের সাম্যাবস্থা হইবে তাহা পূর্বোক্ত নিয়মাদ্বারা বিচার দ্বারা করা

তবে উহাকে ভাগ করিয়া 'রক' 'চক' এই দুইটি বলের কার্য দেখিতে পাওয়া যায়। তন্মধ্যে 'রক' দ্বারা অব্যক নামে আর 'চক' দ্বারা উহা-
র ঋণাত্মকত্বের উপর চাপিয়া বসে।

নবম অধ্যায় ।

[কাজলা বা ছেনি]

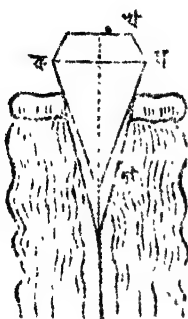
যদি ক্রম-নিম্ন ধরাতলের উপর কোন অব্যক না তুলিয়া দেওয়া
যথাকার তথ্য স্থির করিয়াই রাখা যায় এবং ধরাতলকে তাহার নীচে
বল দ্বারা প্রবিষ্ট করিয়া দেওয়া যায়, তাহা হইলেই ঐ ক্রম-নিম্ন
ধরাতলের নাম কাজলা অথবা ছেনি হয়। এই প্রকার ক্রম-নিম্ন
ধরাতল কাক্স নির্মিত হইলে কাজলা এবং ধাতু নির্মিত হইলে ছেনি
নামে অভিহিত হয়।



'ক' একটি লৌহময় অর্গল, উহা 'প'
'ক' 'ব' 'ভ' প্রভৃতি ইস্ক্রুপের দ্বারা দুই
দিকে একত বদ্ধ আছে যে উহা কদাপি
ঐ দুই দিকে কিঞ্চিৎ সরাইতে পারে
না। কিন্তু উহার উদ্ধাধো গতির অর্থাৎ

'ক' এর বা 'খ' এর দিকে যাইবার কোন প্রতিবন্ধক নাই। এক্ষণে যদি
'প' নামক একটি কাজলা লইয়া তাহার দুই মুখের দিক অর্থাৎ
'খ' এর দিক ঐ অর্গলের নিন্মে প্রবিষ্ট করাইয়া পঞ্চাঙ্গাগ হইতে
অর্থাৎ 'প'র উপর হাতুড়ির আঘাত করা যায়, তবে ঐ 'প'র
ক্রমশঃ 'ক'র নীচে প্রবিষ্ট হইতে থাকে সুতরাং 'ক' উন্নত হইয়া
উঠে।

সদ্যচর লোকে কাজলার আকার যেরূপ করিয়া থাকে তাহাতে দুইটা ক্রম-নিম্ন পরাভল পরস্পর তলভাগে সংযুক্ত হইলে যেরূপ হয় ঠিক সেই রূপ দেখায়।



দেখ, এই 'কগঘ' নামক যে কাজলা সে কেবল 'কগ' ও 'গঘ' এই দুইটির সংযোগে জন্মিয়াছে বোধ হয়।

কাজলাব ব্যবহার অনেক রূপে দেখিতে পাওয়া যায়। কাষ্ঠ চিরিতে কাজলা বনাইয়া চিরে; জাহাজ প্রভৃতি যন্ত্রি গুণ্ডার দ্রব্য সম-

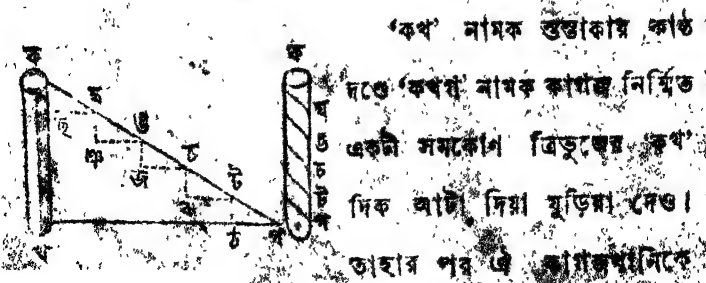
স্বাক উন্নত করিতে হইলে তাহাদিগের নীচে কাজলা প্রবিষ্ট করে; কঠিন দ্রব্য সকলকে কাটিতে ছেমির উপর আঘাত করিয়া কাটে। ফলতঃ কর্তনের যত প্রকার উপায় আছে সকলই এক যন্ত্র-মূলের প্রকার ভেদ নাই। ছুরী, কাটারী, কঠার, সূচী প্রেক প্রভৃতি যত যন্ত্র সৰ্ব্বত্রই মুখ স্বকম এবং ক্রমে স্থূল। উহার সকলেই কাজলা। কার্য বিশেষে কাজলার মুখ-কোণ স্থূল বা স্বকম করিতে হয়। যে সকল বাটারি দিয়া কাষ্ঠ কাটা যায় তাহাদিগের মুখ কোণ ৩০ জিহা অংশ। লৌহ কাটিবার ছেমির মুখ ৫০ হইতে ৬০ অংশ পরিমিত হয়, যাহাতে পিত্তল কাটা যায় তাহাদিগের মুখ ৮০ হইতে ৯০ অংশ পর্যন্ত হয়। কাজলা-যন্ত্রের সামান্যতম কত বলে এবং কত ভারে হয় তাহা অদ্যাপি উত্তমরূপে নিরূপিত হয় নাই। এই যন্ত্রটির চমৎকার প্রকৃতি এই যে, ইহার ব্যবহারে আঘাতরূপ বলই আবশ্যিক হয়, অন্য প্রকারে প্রযুক্ত বলা ইহার সর্বস্থানে কার্যকারী হয় না। আরও ইহার বিশেষ গুণ এই যে, যত আঘাতে কার্য করিতেছে সেই আঘাতের বল নিরূপণ করিয়া ঐ বলের সমান চাপ দিলেও কাজলা পূর্ব-

রূপ করে না। সুতরাং চাপকে যেরূপ সকল প্রকার বলের
প্রতিনিধি বিবেচনা করিয়া অন্যান্যস্থলে পরিমাণ করিতে পারা যায়
এ স্থান তাহাও পারা যায় না। এই জন্য এই যন্ত্রের সামান্যতম
নিম্পণ করা অতি দুর্ব্বল হইয়াছে। উহা অদ্যাপি কেহ নিশ্চিত
করিতে পারেন নাই। ইহার দুটোয় দেখ, কুঠারদ্বারা কাঠ বিদীর্ণ
হয় এস্থলে বোধ কর যেন কোন কুঠার দশ সের ভারী আর তাহা
প্রতি সেকণ্ডে ৫০ হাত স্থান নাগিতে পারে তাদৃশ বেগে প্রযুক্ত হইয়া
কাঠের ভিতর হাত বসিয়া যায়। তবে ঐ কুঠারের বল ঠিক
 $৫০ \times ১০ = ৫০০$ সের বা ১২১ মণ। কিন্তু যদি ঐ কুঠারকে কাঠের উপর
বসিয়া তাহার উপরি ১২১ মণ ভারী কোন জবাকে ১হাত উর্দ্ধ হইতে
চাপাইয়া দেওয়া যায় তাহাতে উক্ত কুঠার কখনই ১ হাত প্রবেশ
করিতে পারে না। ইহা যে কি জন্য পারে না তাহা বলা অ-কঠিন।
কিন্তু এ স্থলে যে, চাপ আদাত-বলের প্রতিনিধি হইতে পারে না তাহা
স্পষ্টই দেখাইতেছে।

দশম অধ্যায়।

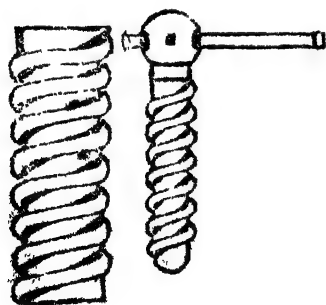
(স্ব. যন্ত্র।)

(যে যন্ত্রে কদম নিম্ন ধরাওনের প্রকার ভেদ মাত্র।)



কখনো এর গাঁয়ে যড়িঙ্গ দেবিলেই বেগ হইবে যে, উহা ঠিক পাঁচ-বর্তী অপর প্রকৃতির ন্যায় হইয়াছে। উহাই স্ক্রু-যন্ত্রের প্রতিক্রিয়া। এই স্থলে দেখা যাইতেছে যে, সমুদায় বাগজ নির্মিত ধাতালটা সমান পাঁচ ভাগে বিভক্ত হইয়া শুধুর গায়ে পাঁচটি স্ক্রুকাণ্ডের পবিত্র হইয়াছে। সেই স্ক্রুের এক এক পাক কখনো 'স্ক্রু' 'ওট' 'চট' ইহারী সকলেই পরস্পর সমান, আর সেই স্ক্রুদিগের পরস্পর দূরত্ব 'কছ' বা 'লক্ষ' অথবা 'ওজ' কিম্বা 'চনা' ইহারীও পরস্পর সমান। অতএব একদশ যন্ত্র এক এক পাক ঘুরিয়া যাইলে বাস্তবিক 'কছ' প্রভৃতি স্থান মাত্র উন্নত হওয়া যায়। অতএব ক্রম নিম্ন ধাতালে যেমন দৈর্ঘ্যকে বল দ্বারা, এবং উচ্চতাকে ভার দ্বারা পূরণ করিয়া গুণ-কল সমান হইলেই সাম্যাবস্থা নিরূপিত হয়, এই স্থলেও অবশ্য সেইরূপ ভাবে। অর্থাৎ স্ক্রু-দূরত্বকে ভার দিয়া গুণ, আর স্ক্রুের বেটনকে বল দ্বারা পূরণ করিয়া ঐ দুই গুণ-কল সমান হইলেই স্ক্রু-যন্ত্রের সাম্যাবস্থা অবধারিত হইবে।

পাশ্চাত্ত্য-যন্ত্রের ব্যবহারকে জানাই উক্ত সহিত একটী দণ্ড যন্ত্র সংযোগ থাকে, তাহা হইলে বলের আরও লাভ হয়। ঐ দণ্ড যন্ত্রের

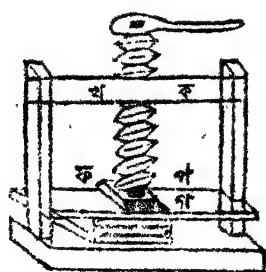


স্বর্ণে যে পরিধি জয়ে সেই পরিধি-পরিমাণ দ্বারা বল গুণিত হয় আর স্ক্রু-দূরত্ব দ্বারা ভার গুণিত হয়। অতরাং দণ্ড-যন্ত্রকে যত বড় করা যাইবে আর স্ক্রু দূরত্বকে যত অল্প করা যাইবে এই যন্ত্র দ্বারা ততই বেশী লাভ হইতে পারে।

পরন্তু কার্যকালে এইরূপ হইয়া উঠে না। কারণ দণ্ড-যন্ত্রকে অধিক দীর্ঘ করিতে গেলে তাহাকে সচল করা দুষ্কর হয় আর স্ক্রু

সুত্রদ্বিকে অধিক সূক্ষ্ম না করিলে পরস্পর নিকটবর্তী করা যায় না।
কিন্তু অধিক সূক্ষ্ম করিতে গেলেই ঐ সূত্রগুলি দুর্বল হইয়া পড়ে,
সুতরাং অল্প চাপ পড়িলেই ভাঙ্গিয়া যায়।

সুত্র ব্যবহারে প্রায়ই দুইটি স্কুর ব্যবহার হয়। তন্মধ্যে একটির
সূত্র স্কুর উপরিভাগে কাটা থাকে, আর একটি ঠিক তাহার বিপরীত
এক স্থান হয়। সেই দ্বিতীয় স্কুর নাম আবরণ স্কুর। ঐ আবরণ স্কুর শূন্য-গত
এবং তাহার সূত্র সকল ভিতরের দিকে থাকে। উহার যে স্থান উচ্চ
প্রকৃত স্কুর সেই স্থান মত। এইরূপে উহার পরস্পর কামড়াইয়া
বইসে। কোন কার্ত্তে স্কুর বিচ্ছিন্ন করিয়া শূন্যরায় তুলিয়া লইলে ঐ কাঠ-
ছিদ্রে ঠিক স্কুর দাগ পড়িয়া থাকে দেখিতে পাওয়া যায়। ঐ দাগ
যেমন দেখায় আবরণ স্কুর ভিতরে অবিকল ঐরূপ সূত্র কাটা থাকে।
স্কুর প্রয়োগের অথবা নানাপ্রকার। কোথাও আবরণী স্থির থাকে
প্রকৃত স্কুর তাহার ভিতর দিয়া যায়, কোথাও বা প্রকৃত স্কুর শূন্যে না
কিন্তু আবরণীকে ঘুরাইলেই উহা নামিতে উঠিতে পারে। এই
উভয়বিধ স্কুর নিম্ন ভাগে প্রতিক্রিয়া প্রদর্শিত হইতেছে। ইহার ‘কথ’

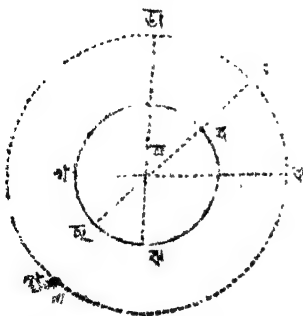


স্থানে আবরণ স্কুর আছে। ঐ স্থান
মরে না, কিন্তু দণ্ড-যন্ত্র দ্বারা কঠিন
পাক দিলে উহা সুরং নামিয়া আইসে,
সুতরাং ঐ স্কুর সুখস্থিত ‘পক’-কল-
কের নিম্নস্থিত তাবৎ বস্তুতে চাপ
পড়ে।

একাদশ অধ্যায় ।

অক্ষ-ক—বিষম-অক্ষ—বক্রণী—দক্ষিণ-চক্র—মুঠ দক্ষিণ—পার্শ্ব দক্ষিণ—সর্ব-
দক্ষিণ—ধাবক দক্ষিণ ।

দণ্ড-বস্তু অবলম্বের উপর যুরে ইহা পূর্বেই বলা হইয়াছে । সুতরাং দণ্ড-বস্তুর প্রয়োগ কালীন তাহার দীর্ঘ ভূজ দ্বারা একটি বৃত্তবৃত্ত, এবং ক্ষুদ্র ভূজের দ্বারা একটি অপেক্ষাকৃত ক্ষুদ্র বৃত্ত জন্মে । এই দুই বৃত্ত চিত্রিত করিলে, কিংপে হয় নিম্নে তাহার প্রতি-
কৃতি প্রদত্ত হইল । এই স্থলে বোধ হইতেছে যে, 'খক' দণ্ড

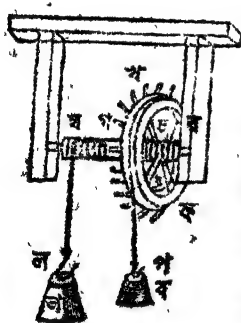


'জ' এর উপর ঘুরিয়া কখন 'ছ' এবং কখন 'জ' ইত্যাকারে 'জ' এর চতুর্দিকে অবস্থিত হইরাছিল । তাহা 'ক' স্থানে বল প্রয়োগ ক-
রাতে তার এবং বলের যে সম্বন্ধ ছিল, যখন এই 'ক' 'চ' স্থানে

এবং 'খ' 'জ' স্থানে ঘাইয়া উপস্থিত হইল, তখনও সেই সম্বন্ধের কিছু মাত্র অমাত্রা হয় নাই । অতএব যদি 'খক' একটি মাত্র দণ্ড না থাকিয়া 'জ' নামক অবলম্বের উপর 'খক' এর সমান বস্তু, 'চ' 'জ' প্রভৃতি অনেকগুলি দণ্ড থাকে, এবং বল প্রয়োগ কালীন তাহার কখন একটিকে কখন অপারটিকে ধরিয়া বল প্রযুক্ত করা যায় তাহা হইলেও কলের অনাথা হইতে পারে না ।

এই প্রকার বস্তুর নাম অক্ষ-ক । এই স্থলে দীর্ঘ ভূজের দ্বারা যে বৃত্ত জন্মে তাহাই কক্ষ, যথা 'কক্ষপ' এবং ক্ষুদ্র ভূজের দ্বারা যে

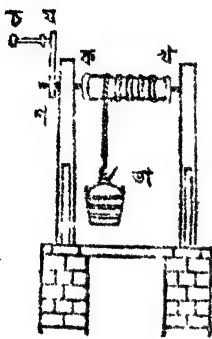
রক্ত দ্বারা তাহাই অক্ষ; যথা 'খহবা'। এই যন্ত্রের সাম্যাবস্থা নিৰূপণ করিতে হইলে দীর্ঘ তুজ বা চক্রের ব্যাসার্ধ লইয়া বলের সহিত গুণ করিতে হয়, আর ক্ষুদ্র তুজ বা অক্ষের ব্যাসার্ধ লইয়া ভারের সহিত পূরণ করিতে হয়। ঐ দুইগুণ-ফল সমান হইলেই যন্ত্রের সাম্যাবস্থা জানা যায়। যেমন দণ্ড-যন্ত্রকে বলমধ্যক করিলে বলের ক্ষতি হইয়া বেগের লাভ হয়, আর ভার-মধ্যক করিলে তাহার বিপরীত ঘটে, অর্থাৎ বেগের ক্ষতি হইয়া বলের লাভ হয়, এই যন্ত্রেও অবিকল সেইরূপ ঘটে। অক্ষ বল এবং চক্রে ভার থাকিলে বেগের লাভ আর চক্রে বল এবং অক্ষে ভার থাকিলে বলের লাভ হয়।



এই একটি অক্ষ-চক্র যন্ত্রের প্রতিকৃতি। 'কখগ' নামক চক্রের এক স্থানে এক গোছি রজ্জুর এক দিক জড়াইয়া বন্ধ আছে। সেই রজ্জুর অন্য প্রান্ত 'প' নামক স্থান হইতে বল প্রসৃত হয়। 'গযল' নামক অপর এক গোছি রজ্জু 'বগচ' নামক অক্ষে 'বখর' রজ্জুর বিপরীত স্থানে

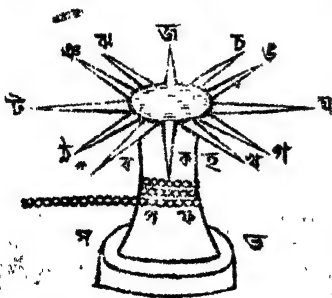
জড়ান আছে। অতএব ঐ রজ্জু দ্বারা 'ভা' নামক ভার স্থলিতেছে। তাহা যদি যন্ত্রের বাম পাশে থাকে তবে চক্রবদ্ধ 'বখর' রজ্জু 'ব' নামক বল সমেত যন্ত্রের দক্ষিণ পাশে স্থলিবে। এইরূপ হইলে 'বখন' 'ব' আপন ভারে নানিবে তখন চক্রে 'খগহ' অভিমুখে ঘূর্ণিবে, অক্ষও ঐ চক্রের সহিত ঘূর্ণিবে, সুতরাং 'যল' রজ্জু তাহাতে জড়াইয়া বাইবে এবং তাহা হইলেই 'ভা' উঠিতে থাকিবে। যদি এই স্থলে চক্রের ব্যাসার্ধ ২ হাত এবং অক্ষের আধহাত এবং বলের পরিমাণ ১ সের হয় তবে ভার (২×৪÷১) ৮ সের হইবে। এখানে যদি 'ক' বল নাহিল

এবং 'ভা' কত উঠিল ইহা পরিমাপ করিতে হয়, তবে স্পষ্ট দেখা যাইবে যে, 'ব'য়ের দড়ি ৪ হাত পুলিয়া আসিলে 'ভা'য়ের দড়ি ১ হাত মাত্র ওঠাইবে। অতএব দেখা যেন বল চতুর্ভুজ লাভ হইতেছে তেমনি বোঝা চারি ভাগ মাত্র পাওয়া যাইতেছে।



ইটীও একটা অক্ষ-চক্র যন্ত্রের প্রতিকৃতি। 'ঘ' নামক দণ্ড ধরিয়া ঘুরাইলে 'গ'য়' দণ্ডটা ঘুরিতে থাকে, তদ্বারা 'ক'খ'ও ঐ ঘূর্ণনভিত্তিতে জামিত হয়, সুতরাং যদি 'ভা' নামক ভাবে বদ্ধ রজু 'ক'খ' অক্ষে জড়ান থাকিয়া ঘূর্ণনের বিপরীত দিকে হইতে লম্বমান থাকে তাহা হইলে ঐ রজু অক্ষে জড়াইয়া 'ভা' উন্নত হইয়া উঠে। এই যন্ত্র চক্র দৃষ্ট হইতেছে

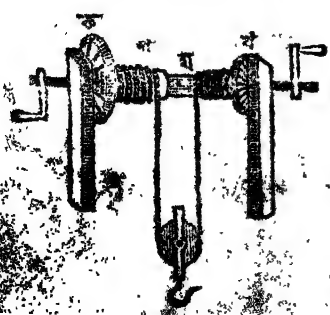
সা বটে, কিন্তু কিঞ্চিৎ বিবেচনা করিয়া বুঝিলে 'গ'য়' দণ্ডকেই চক্রেব ব্যাসার্দ্ধ স্থানীয় বলিয়া বোধ হইবে। অতএব যদি 'গ'য়' ২ হাত, অক্ষের ব্যাসার্দ্ধ ১ হাত এবং বলের পরিমাণ ৪ সের বলিয়া অবধা-
 রিত হয়, তবে তার (2×8) = ১৬ হইবে।



জাহাজের উপর এবং যে ঘাটে জাহাজ লাগায় এমন ঘাটে, এই প্রকার অক্ষ-চক্র থাকে উহার মাথার চারি দিকে 'ক' 'খ' 'গ' 'ঘ' প্রভৃতি দণ্ড সকল আছে। এক এক জন লোক উহার এক একটা দণ্ড

ধরিয়া শাক দিলেই 'ব'াভহ' নামক অক্ষ ঘুরিতে থাকে। সুতরাং তাহাতে 'ক'খ' নামক যে রজু জড়ান থাকে তাহাও বিপরীত ভাবে ওঠাইয়া আইসে এবং তদ্বারা জাহাজের উপর লম্বমান উঠে এবং জাহাজ

যাটার কাছে আসিয়া থাকে। এই যন্ত্রের ইংরাজী নাম 'কাপ-হাউস' শব্দের অপভ্রংশে এতদ্দেশীয় সাধারণ লোকে উহাকে 'কাপ্পান' বলে। এই যন্ত্রে কত বলে কতভার সামান্যতঃ হয় বিবেচনা করিতে হইলে যত গুলি লোকে যত বল দিয়া দণ্ড সকলে পাক দেয় তাহার সমষ্টি লইতে হয়। যদি কোন কাপ্পান-যন্ত্রের দণ্ড ৪ হাত পরিমিত হয় ও তাহার মধ্যস্থলের অর্থাৎ অক্ষের ব্যাসার্ধ ২ হাত হয় আর তাৎকালে ৫ জনে, প্রতি ব্যক্তি ৬ মণ পরিমিত বল দিয়া ঘুরাইয়া থাকে, তবে বলেঃ পরিমাণ $৫ \times ৬ = ৩০$ মণ অবধারিত হইল। দ্রুতরাং ভার (৩০×৪) $\times ২ = ২৪০$ মণ হইবে। সুড়ি উড়াইবার লাটাই, সুড়ি গুটাইবার চরকি, এ সমুদায় ও অক্ষ চক্র যন্ত্র। উহাদিগের বাঁট অক্ষ এবং পেট চক্র। চরকাও একটি অক্ষ-চক্রের উদাহরণ স্থল। চরকার কাণ চক্রের কার্য্য করে, উহার ব্যান সেই চক্রের অক্ষ হয় এই অক্ষ ঘুরিলে পাখি সমেত হাঁড়ি ঘুরে, সেই হাঁড়িও বাস্তবিক একটি চক্র মাত্র। পূর্বে যাহা যাহা কথিত হইল তদ্বারা অবশ্য বোধ হইয়া থাকিবে যে, এই যন্ত্রে চক্রকে যত বড় এবং অক্ষকে যত লম্বা করা যায়, ততই বেগের ক্ষতি, ও বলের লাভ হয়। কিন্তু চক্র নিতান্ত বৃহৎ হইয়া উঠিলে উহা হইয়া কোন কার্য্যই করা যায় না আর অক্ষও নিতান্ত লম্বা হইলে কিছুমাত্র ভার সহিতে পারে না, অর্থাৎ অত্যন্ত সামান্য ভারে ভাঙ্গিয়া পড়ে। এই বৈষম্য নিবারণার্থে একটি অতি সুন্দর উপায় অবধারিত হইয়াছে।



'ক' শব্দের এক ভাগ 'ক' কে স্থল করিতে হইবে এবং অপরিভাগ 'খ' কে অপেক্ষাকৃত লম্বা করিতে হয়। এইরূপ করিয়া একটাই দড়ি এমনতরূপে জড়াইয়া দিতে হয় যে, তাহার এক দিক 'ক' কে গুটাইয়া লইতে

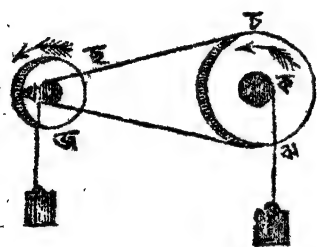
যাকিলে 'কথ' হইতে কিছুই কিছুই খুলিয়া আইসে। এক্ষণে দেখ
সুরিবার সময়ে সমুদায় অক্ষে একেবারে পাক লাগিবে, কিন্তু সেই
এক পাকে 'কণ' যের মত দড়ি জু নাই তা যাইকে, 'কথ' হইতে কদাচি
তত খুলিবে না; সুতরাং কপি নদ্র ৩.৪ কিঞ্চিৎ উন্নত হইবে। ফলতঃ
'কণ' ভাগের পরিধি-পরিমাণ এই ভাবের উন্নতি, আর 'কথ' যের
পরিধি-প্রমাণ উহার অবনতি হইবে, থাকিবে। অতএব 'কণ' ভাগের
ব্যাসার্ধ পরিমাণ বিয়ুক্ত করিলে যে সংখ্যা হয় সেই পরিমাণ ব্যাসার্ধ
একটি অক্ষ দাবতীরের যে ফল, আর এই বিষয়াক্ষ ব্যবহার করিতেও
ঠিক সেই ফল হইবে। অতএব দেখ অক্ষকে অধিক সরু করিয়া অশক্ত
করিতে হয় না।

যেমন অনেকগুলি দণ্ড-যন্ত্রকে একত্রিত করিয়া মিশ্র দণ্ড-যন্ত্র
প্রস্তুত করা যায় এবং তাহা করিলে অনেক প্রকার কার্যের সুবিধা
হয়, সেইরূপ অনেকগুলি অক্ষ-চক্রের মিলনে মিশ্র-অক্ষ-চক্র জন্মে।
তাহার দ্বারাও কার্যের অনেকটী সৌকর্য্য ঘটিয়া থাকে। বিশেষ এই
যে, দণ্ড-যন্ত্রের দ্বারা একেবারে অতি নীচ অতি প্রবলতর চাপ পড়ে,
মিশ্র-অক্ষ-চক্র দ্বারা বহুক্ষণ ধরিয়া সমভাবে বল প্রয়োগ হয়, কিন্তু
সেই বলের পরিমাণ পরিবার নিয়ম মিশ্র-দণ্ড-যন্ত্র হইতে স্বতন্ত্র নহে।
অর্থাৎ যতগুলি চক্র থাকে, তাহাদিগের ব্যাসার্ধ সমস্তের গুণ-ফলকে
বল দ্বারা পূরণ করিয়া এবং যতগুলি অক্ষ থাকে, তাহাদিগেরও
ব্যাসার্ধ সমস্তের গুণ-ফলকে ভার দ্বারা পূরণ করিয়া এই দুই পূরণ-ফল
সমান হইলেই যন্ত্রের সাম্যাবস্থা জানা যায়। মিশ্র-অক্ষ-চক্র প্রস্তুত
করিবার নানাবিধ উপায় আছে। তন্মধ্যে কএকটির উল্লেখ করা
হাইতেছে।

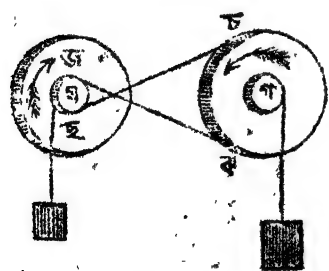
একটি চক্র ঘুরিতেছে, যদি এক গাছি দীর্ঘ রজ্জু বা চর্ম্ম, অথবা
শৃঙ্খল এই চক্রের গাঁত্রে বেষ্টিত করিয়া আর একটি চক্রের অক্ষে
পরিবেষ্টিত করিয়া বন্ধন করা যায়, তাহা হইলে এই দ্বিতীয় চক্রও

প্রাকৃতিক বিজ্ঞান।

সুরিতে আবদ্ধ করে। চরকার টুকু যে প্রকারে ঘুরে তাহা বিবেচনা করিলেই বহা স্পষ্ট বোধ হইতে পারিবে। চরকার হাঁড়ি ঘুরে এবং সেই হাঁড়িকে বেঞ্চন করিয়া এক গাছি তাঁইত টুকুতে পরিবেষ্টিত হয়, সেই যোগেই টুকু ব ভ্রমণ হইতে থাকে। এইরূপে যে বন্ধাদি ব্যবহৃত হয়, তাহার নাম 'বন্ধনী'। বন্ধনী সরলভাবে দেওয়া যায়, এবং ফের দিয়াও দেওয়া যায়। সরলভাবে বন্ধনী পরিহিত করাইলে উভয় চক্রের গতি এক দিকে হয়, ফের দিয়া দিলে চক্রদ্বয় পরস্পর বিপরীত মুখে চলে।



'ক' এবং 'খ' নামক দুই চক্র 'চহুজবা' নামক একটা সরল-বন্ধনী দ্বারা পরিবেষ্টিত হইয়াছে। যদি 'ক' নামক চক্রের গতি উহার অন্তর্গত শরাস্তিমুখে হইতে থাকে তবে 'খ' চক্রও তৎসমুদিকে শরাস্তিমুখে গমন করিবে। অতরাং উহাদিগের উভয়ের গতি এক দিকেই হইবে।



কিন্তু 'গ' 'ঘ' নামক যে এই উপর দুই চক্র বিপরীত-বন্ধনী কর্তৃক পরিবেষ্টিত হইয়াছে তাহাদিগের গতি পরস্পর বিপরীত দিকে অর্থাৎ শরাস্তিমুখে হয়। বন্ধনী দ্বারা গতি ঘুর হই-

তেও গতিসংক্রমণ হইয়া থাকে। কোন বস্তুর উপর কোন দিকের একটি চক্র বা অক্ষ-দণ্ড সুরিতে থাকে, বন্ধনী যোগে সেই ঘূর্ণের নীচের চক্রকেও তদ্বারা ঘূর্ণিত করিতে পারা যায়—প্রাচীরাদিতে

হিঁজ করিয়া এক ঘব হইতে অন্য ঘরেও ঐ গতি সংক্রামিত করা যায়—আর বন্ধনী সংযোগের প্রকার ভেদ করিলে এক প্রকার গতি হইতে নানা প্রকারের গতি উৎপাদন করা যায় ।

কিন্তু যেখানে অল্প স্থানেই নানা কার্য সম্পন্ন করা আবশ্যক হয়, সে স্থলে বন্ধনীর ব্যবহার হইতে পারে না। তথায় কার্য সুনিরীক্ষকের প্রকার ভেদ করিতে হয়। যদি অধিক বলের আবশ্যকতা না থাকে তাহা হইলে চক্রে গুলির দ্বারা চর্খা হৃত করিয়া গায়ে লাগাইয়া রাখিলেই একটি ঘুরিলে সকল গুলি ঘুরে চর্খা ঘাণ। আরও করিবার তাৎপর্য্য এই যে, চর্খে চর্খে ঘর্ষণ হয়, ঘর্ষণ না হইলে কেবলমাত্র গায়ে ঠেকিয়া থাকিলেই একটি ঘুরিলে সকল চক্রগুলি ঘুরিতে পারে না।

সুতরাং কলে এইরূপ করে। তা-

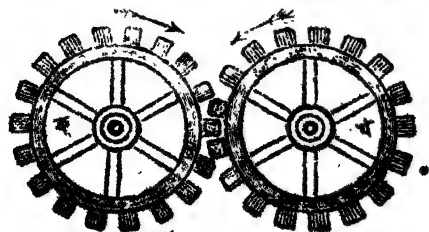


হার প্রতিকৃতি এই। 'ক' একটি বৃহৎ চক্র। উহার পার্শ্ব চর্খে মোড়া। উহা ঘুরিলেই উহার পার্শ্বে যে, 'গ' 'খ' প্রকৃতি চক্র

থাকে তাহারও ঘুরে। ঐ সকল চক্রের মধ্য ভাগে এক একটি টুকু থাকে। তদ্বারা স্বয়ং প্রস্তুত হয়।

কিন্তু গতি সংক্রমণের সর্বাপেক্ষা প্রসিদ্ধ উপায় দন্তর-চক্র। এই প্রকার দন্তর-চক্রের প্রতিকৃতিই এই। এই প্রতিকৃতি দর্শনে বিল-

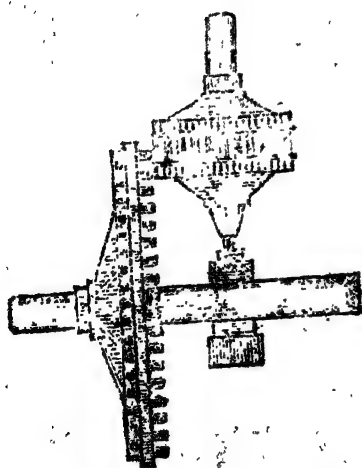
ম্বল বেশ হইবে যে 'খ' চক্র শরাতিমুখে ঘুরিলে উহার 'প' দন্ত 'ক' চক্রের 'ত' দন্তকে স্পর্শে



ঠেলিয়া দিবে তাহার পর ক্রমেই আবার 'ক' আসিয়া 'খ' কে ঠেলিয়া দিবে, এবং ক্রমাগত এইরূপ

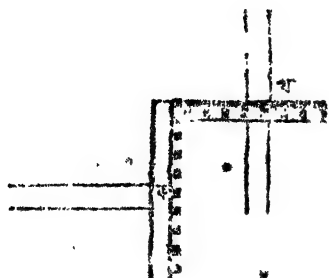
চক্রগাতক চক্রনীও নিজ শরতিযুখে ভ্রামিত হইবে। দন্তগুলির
সংস্পর্শ এমনতর করা আবশ্যিক যেমন পরস্পর ঘর্ষণে ভয় বা নীচু কর
হইয়া না যায়। এই জন্য অধিক স্থানেই দন্তের আকার এমনতর করা যায়
যেমন, তাহার পরস্পরে অধিক ঘর্ষণ না করিয়া গাড়ির চাকা রাস্তার
উপর দিয়া যে রূপ গড়াইয়া যায়, সেইরূপ উপরে উপরে গড়াইয়া
পড়ে।

শিক্ত ঐ প্রতিকৃতিতে চক্রদ্বয়ের দন্তগুলি যে প্রকার তাহা দেখি-
লেই বোধ হইবে যে, উহার উভয়ে এক সমতলে থাকিলেই পরস্পর
যোগে ঘূর্ণিত হইতে পারে। অর্থাৎ যদি ঐ দুই চক্র, গাড়ির চাকা
যেমন খাড়া হইয়া থাকে, সেই প্রকার, অথবা কুন্তকারের চক্র যেমন



শুইয়া থাকে সেইরূপে, পরস্পর
নিকটবর্তী হইয়া। সান্নিবেশিত
হয় তাহা হইলেই ঐরূপ দন্তর
চক্রের কার্য হইতে পারে।
কিন্তু যদি একখানি চক্রকে গা-
ড়ির চাকার ন্যায় অর্থাৎ লম্ব
ভাবে, এবং অপর চক্রকে কুন্টা-
রের চক্রের ন্যায়, অর্থাৎ সমতলে
ঘূর্ণিত করিবার প্রয়োজন হয়,

তাহা হইলে উক্ত প্রকার চক্র দ্বারা দিকবাহ হইতে পারে না। তজ্জন্য
যে প্রকার দন্তর চক্রের প্রয়োজন তাহার নাম মুকুট-দন্তর। তাহার

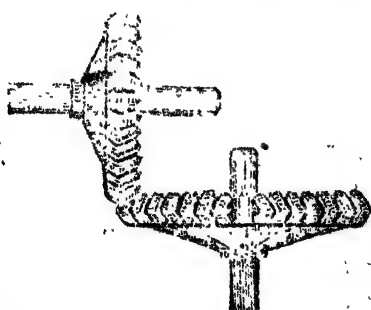


প্রতিকৃতি এই। 'ক' নামক চক্র মুকুট দন্তর, 'খ' সামান্য দন্তর। 'ক' গতির চক্রটির ন্যায় লম্বমান ঘূর্ণিত হইতেছে। তাহার দন্ত যোগে 'খ' নামক চক্র মুকুটকারের চক্রের ন্যায়

সমতলে ঘূর্ণিত হইতেছে।

পূর্ববর্তী চক্র প্রতিকৃতি বিবেচনা করিয়া দেখিলেই ঘূর্ণী-যন্ত্রের ভিতর মুকুট-চক্র কিরূপ চক্রকে সমতলে ভ্রামিত করে তাহা স্পষ্ট অনুভূত হইবে।

কিন্তু যেখানে ঠিক লম্বমান ঘূর্ণিত কোন চক্র দ্বারা ঠিক সমতলে ঘূর্ণিত চক্রের গতি উৎপাদন করিতে না হয়, প্রত্যুত এই চক্রদ্বয় পশ্চাৎ তথাক্ ভাবে থাকে তথায় মুকুট-চক্রও কোন কার্য্য হয় না। সেই স্থলে চক্রদ্বয়ের দন্ত গুলিও উচিতরূপে বক্র করিয়া গঠন

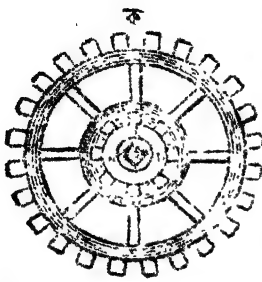


করিতে হয়। তাদৃশ চক্র সকলের নাম 'বক্র-দন্তর'। পার্শ্ব-ভাগে তাহার একটি প্রতিকৃতি প্রদত্ত হইল। বাষ্পীয় যন্ত্রে এইরূপ পুষ্পাকার চক্র দেখিতে পাওয়া যায়।

এইরূপে চক্র সকল মানাবিধ হয়, এবং সেই বিবিধ প্রকার চক্রের গতিকে বিবিধ প্রকারে সংক্রামিত করিয়া লগ্নেব প্রকার কার্য্য নির্বাহিত হইতে পারে।

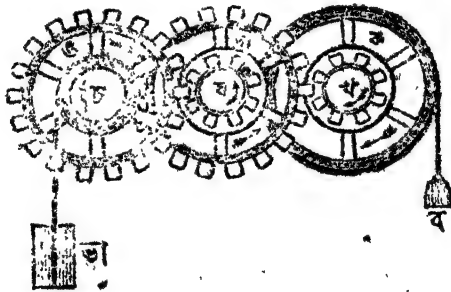
যদি চক্রের অক্ষী দন্তর হয়, তাহা হইলে উহার নাম পরিবর্তিত

হইল দন্ত। 'দন্তর-সম্বন্ধকে' অক্ষ না বলিয়া 'পক্ষ' বলা গিয়া থাকে, এবং তাহার দন্ত সমস্তকে দন্ত না বলিয়া 'পত্র' বলা যায়। 'ক' দন্তর



চক্র, 'খ' উহার 'পক্ষ' এবং 'চ' 'ছ' প্রভৃতি সেই পক্ষের 'পত্র'। দন্তর চক্র এবং পক্ষাদি সংযোগে ভার এবং বলের সাম্যাবস্থা কিরূপ নিরূপিত হয় তাহা এক্ষণে কথিত হইতেছে। পরবর্তী প্রতিক্রিয়াতে 'ক' নামক চক্রের 'খ' পক্ষে 'গ' দন্তর চক্র সংলগ্ন হই-

য়াছে, আবার সেই 'গ' এর 'খ' নামক পক্ষে 'ঙ' নামক দন্তর চক্র লগ্ন রহিয়াছে। সেই 'ঙ'র 'চ' নামক অক্ষে রজ্জুবদ্ধ 'ভা' নামক ভার স্থাপিত হইতেছে। যদি 'ক' এর ব্যাসার্ধ ২ হাত, 'গ' এর ব্যাসার্ধ



৩ হাত, 'ঙ' এর ব্যাসার্ধ ৪ হাত, 'খ' এর ব্যাসার্ধ—হাত, 'ম' এর

ব্যাসার্ধ—হাত, 'চ' এর ব্যাসার্ধ—হাত হয়, আর 'ব' ৪ সের থাকে,

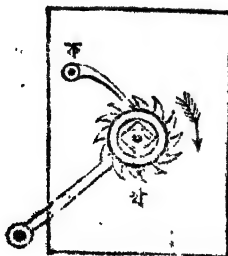
$$\text{তবে } ২ \times ১০ \times ৪ \times ব = \frac{১}{২} \times \frac{১}{৩} \times \frac{১}{৪} \times ভা, \therefore ২৪ \times ব = \frac{১}{২৪} \times ভা, \therefore ২৪ \times ২৪ ব =$$

ভা, অথবা ২৪ × ২৪ × ৪ সের = ভা, \therefore ভা = ২০৪ সের, বা ৫৭।৪।

কিন্তু যদিও এইকণ পরিমাণ নিখোঁ। নয় বটে, তথাপি দস্তুর চক্রের বল নিরূপণ করিতে হইলে যেখানে অক্ষ এবং চক্র উভয় দস্তুর হয় তথায় উহাদিগের দস্ত-সংখ্যা সহায় নিবেচনা করাই নিয়ম। তাহার কারণ, ঘূহাৱ যেমন পরিমি তাহার দঃ সংখ্যাও অবশ্য তদনুযায়ী হয়, অর্থাৎ ৪ হাত বাস সম্বলিত যে 'ক' নামক চক্র তাহার দস্ত সংখ্যা যদি ২৪, অর্থাৎ বাসের ছয় গুণ হয়, তবে সেই অনুসারে 'খ' এর দস্ত সংখ্যা ৩৬, 'গ' এর ৪, 'ঙ'র ৪৮, এবং 'চ' এর ৩৬ী নাত্র হইবে।

$$\begin{aligned} & ২৪ \times ৩৬ \times ৪৮ \times ৪ = ১২০৮ \text{ সের} = ৫৭৪৪. \\ & ২৪ \times ৩৬ \times ৪৮ \times ৪ = ১২০৮ \text{ সের} = ৫৭৪৪. \end{aligned}$$

দস্তুর-চক্রের আর একটি কৌশল আছে, তাহাও জানা আবশ্যিক। যখন কোন চক্র কোন বিশেষ দিকে ঘূর্ণিত হইলেই অর্থা হয়, - এবং তাহার বিপরীত দিকে ঘুরিলে কার্ণের ব্যাঘাত হইতে পারে, এমন স্থলে দস্তুর চক্রের নিকটে একটি 'খ' নামক দস্ত বস করিয়া থাকে। যখন চক্র উচিত দিকে ঘুরিয়া যায়, তখন ঐ দস্ত, চক্রের এক দস্ত হইতে অপর দস্তে ঠক্ ঠক্ করিয়া পড়িতে থাকে, তাহার গমনের কোন প্রতিকূলকতা করে না, কিন্তু চক্রটা অন্য দিকে ফিরিতে গেলেই ঐ দস্ত দ্বারা ধৃত হয়, সুতরাং উহা কোন প্রকারেই ফিরিতে পারে না।



'ক' একটি উত্তরূপ ধারক-দস্ত, 'খ' নামক দস্তুর চক্র যখন শরাস্থিযুখে ঘূর্ণিতে থাকে তখন 'ক' তাহার ঘূর্ণন নিবারণ করে না, কিন্তু উহা বিপরীত দিকে ঘুরিতে গেলেই 'ক' এর মুখ 'খ' এর দস্তে বন্ধ হইয়া যায়।

বাষ্পীয় যন্ত্র ।

প্রথম অধ্যায় ।

ইউরোপীয়দিগের নির্মিত সর্বপ্রকার যন্ত্র অপেক্ষা বাষ্পীয় যন্ত্র অধিক কার্যে লাগে । বাষ্পীয় যন্ত্রের প্রয়োগ প্রায় সকল কার্যেই হইতে পারে । জনতুল্য, গাড়ি টানা, জাহাজ টানা, যন্ত্র প্রস্তুত করা, বস্ত্র বুনানি পুস্তকাদি মুদ্রিত করা প্রভৃতি যাবতীয় কর্ম এক বাষ্পীয় যন্ত্র দ্বারাই সম্পন্ন হইয়া থাকে । সুতরাং বাষ্পীয় যন্ত্রকে যেমন যেমন কার্যে নিযুক্ত করা যায়, ইহার প্রকৃতিও সেইরূপে কিঞ্চিৎ কিঞ্চিৎ পরিবর্তিত করিতে হয় । কিন্তু সেই সকল উহার অবান্তর ভেদ মাত্র । বাষ্পীয় যন্ত্র মাত্রেরই মূল প্রকৃতি একপ্রকার । এই প্রকরণে তাহাই বর্ণিত হইবে ।

কিন্তু এই যন্ত্রের কএকটি প্রধান প্রধান অঙ্গ আছে, তাহার বিবরণ অত্র অবগত না হইলে সমুদায়টী একবারে ক্ষম্যাত করা কঠিন হয়, অতএব ক্রমশঃ একটী একটী করিয়া এই যন্ত্রের সকল অঙ্গ প্রত্যঙ্গের বিবরণ প্রকাশ করা বাইতেছে ।

[বাষ্প কি ?]

তাপ-বিজ্ঞানে এই প্রশ্নের উত্তর সন্নিবেশ করা বাইতে পারে, এক্ষণে এই মাত্র বক্তব্য যে, তাপের একটী প্রধান ধর্ম বিস্তারণ । যে জন্ম তাপ সংযুক্ত করা যায় সেই বিস্তৃত হয় । কত তাপে কোন জন্ম কত বিস্তৃত হইতে পারে, তাহা পণ্ডিতেরা পরীক্ষা দ্বারা নির্ণয় করিয়াছেন ; এবং তাহারী এ প্রকার এক যন্ত্রের সৃষ্টি করিয়াছেন যে, তাহার কোন জন্মে কখন কত তাপ সংযুক্ত হইয়াছে তাহা

নিষ্কাশন বলিতে পারেন। সেই যন্ত্রের নাম 'তাপমান-যন্ত্র'। তাপ-মান-যন্ত্র দ্বারা অবধারিত হয় যে, যখন ২১২ অংশ তাপ প্রদেয়িত হইলেই জলের ষোণাকর্ষণ শক্তি এমনতরূপ হইয়া যায় যে, উহা তারল্য ভাব পরিহার পূর্বক বায়বীয় ভাব ধারণ করে। জল সেই বায়বীয় ভাব প্রাপ্ত হইলেই তাহার নাম বাষ্প হয়।

জল যখন বাষ্প হয় তখন পূর্বাশেক্ষা অধিক আয়তন সম্পন্ন হইয়া থাকে। ইহা নিরূপিত হইয়াছে যে, জল বাষ্প হইলে পূর্বাশতনের ১৭২৮ গুণ অধিক বিস্তৃত হয়। সুতরাং যে পাত্রে জল থাকে তাহার সমুদায় জল বাষ্প হইলে উহা কণাপি আর সেই পাত্রে নিষ্কাশ থাকিতে পারে না। তাহার বিস্তৃতি অধিক হওয়াতে বাষ্প ঐ পাত্রকে বিকীর্ণ করিয়া বাহির হইবার চেষ্টা পায়। এই জন্যই কখন কখন 'তাপমাত্রার হাঁড়ী' কাটিয়া যায়—তাঁতের হাঁড়ীর মুখে কিংবদন্তি শরা ছাপা থাকিলে সেই শরা উদ্ব্যতন করিয়া বাষ্প বাহির হইতে থাকে—এবং বাষ্পের এইরূপ বলকেই অবলম্বন করিয়া ইউরোপীয়দিগের বাষ্পীয় যন্ত্র নির্মিত হইয়াছে।

পৃষ্ঠ ২১২ তাপাংশে জল বাষ্প হয় বটে। কিন্তু যদি যেমন বাষ্প জন্মে তমনি বাহির হইয়া যাইতে পারে, তাহা হইলে বাষ্পের বল অধিক হয় না। বাষ্পকে পাত্রের মধ্যে বদ্ধ করিয়া যদি জলে জ্বাল দেওয়া যাইতে থাকে তাহা হইলেই বাষ্পের বল অধিক হয়। ইহার কারণ এই যে, জলের উপর, যত অধিক চাপ থাকে তত অধিক তাপাংশে তাহার বাষ্পোদ্ধাম হয়, এবং যত অল্প চাপ থাকে তত অল্প তাপাংশে বাষ্প জন্মে। অল্প তাপাংশে যে বাষ্প জন্মে তাহার বিস্তারণ-শক্তি কখনই অধিক তাপাংশজাত বাষ্পের তুল্য হইতে পারে না। যে হেতু তাপের বিস্তারণ ধর্মই বাষ্পের বিস্তারণ গুণ জন্মে। সুতরাং তাপাংশের তারতম্যানুসারে বাষ্পের বিস্তারণ গুণের স্থানান্তর হইবে ইহাতে আশ্চর্য্য কি ?

[হাঁড়ি ।]

যে পাত্রে জল রাখিয়া অগ্নিসংযোগ দ্বারা সেই জলকে বাষ্প করা যায়, সেই পাত্রের নাম হাঁড়ি। বাষ্পীয় যন্ত্রের হাঁড়ির গঠন নানা প্রকার হয়। কিন্তু গোলাকার হইলে জলের অধিক স্থানে তাপ পায় বলিয়া হাঁড়ির আকার খুঁদা-গর্ত গোল যন্ত্রের নাম করাই সর্বত্র প্রসিদ্ধ হইয়াছে।

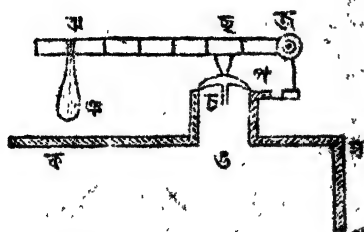
লৌহের বা তাম্রের অতি স্থূল স্থূল পাত প্রস্তুত করিয়া সেই সকল পাত হুড়িয়া বাষ্পীয় যন্ত্রের হাঁড়ি নির্মাণ করিয়া থাকে। কিন্তু হাঁড়ি যতই শক্ত হউক না কেন তাহার নীচে যেরূপ জ্বাল পায়, তাহাতে উহা অতি শীঘ্রই নষ্ট হইয়া যাইবার সম্ভাবনা। সকলেরই বিদিত আছে, কোন মৃণ্ময় পাতকে চুল্লীর উপর সংস্থাপিত করিয়া যদি উহাতে কিয়ৎক্ষণ জ্বলাদি কোন পদার্থই না দেওয়া যায়, তাহা হইলে পাত্রটী অতি শীঘ্রই কাটিয়া যায়। ধাতু পাত্রেও এইরূপ ঘটিতে পারে। ধাতু নাহলেই অধিক উত্তপ্ত হইলে তাহার সহিত ভূবারস্থিত অক্সিজেন-বায়ুর রাসায়নিক সংযোগ হয়। সেই সংযোগ বলতঃ ধাতু হাত্রেই মড়িচা পড়ে এবং উহার ক্ষয় হইয়া যায়। কিন্তু যদি ধাতু পাত্রে জল থাকে তবে পাত্রটী যতই কেন উত্তপ্ত হউক না, তাহার অধিকাংশ তাপ জলে যায়, এবং জলও বাষ্প হইয়া ঐ তাপকে অন্তর্হিত করিতে থাকে। সুতরাং জল-পূর্ণ থাকিলে পাত্র বিধীর্ণ হয় না।

[জল নিয়ামক ।]

অতএব বাষ্পীয় যন্ত্রের হাঁড়ি যাহাতে সর্বদা জল-পূর্ণ থাকে এমত কোন উপায় করা নিত্যান্ত আবশ্যিক। তন্নিমিত্ত অতি শূকোশলপূরক বাষ্পীয় হাঁড়িতে একটা যন্ত্র-বিশেষ সংযুক্ত থাকে। তাহার নাম জল-নিয়ামক উহার প্রকৃতি পর পৃষ্ঠার প্রতিকৃতি দর্শনে স্পষ্টরূপে বোধগম্য হইবে।

প্রাকৃতিক বিজ্ঞান।

রনের নিমিত্ত জল-নিয়ামক যন্ত্র প্রস্তুত হইরাছে সেইরূপ এই বিত্তীর আশঙ্কা নিবারণার্থ আর এক প্রকার যন্ত্র নির্মিত হইরাছে। সেই যন্ত্রের নাম আরক-কবাট।



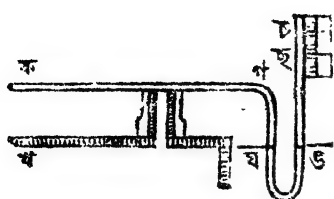
‘কঙ’ হাঁড়ি, ‘ঙ’ উহার একটা ছিড্র, সেই ছিড্রের মুখে ‘চ’ নামক কবাট কান্ন আছে। আর ‘জহবা’ একটা দণ্ড-যন্ত্র, উহার অবলম্বন স্থান ‘জ’ এবং ‘হ’ স্থানে একটা

বিপর্যস্ত ত্রিকোণ স্থাপিত আছে যদ্বারা দণ্ড-যন্ত্রটা ‘চ’ নামক কবাটের উপর ভার দিয়া থাকে। দণ্ডের অপর প্রান্তে ‘ঞ’ নামক কোন ভারী জব্বা স্থাপিত আছে।

যখন হাঁড়ির অন্তর্গত বাষ্পের বল অধিক হয়, তখন উহা ‘চ’ নামক কবাটকে টেলিয়া তুলে, এবং সেই পথ দিয়া বাহির হইয়া যায়। ‘জহবা’ দণ্ডটা তুলাবস্তুর ন্যায় অঙ্কিত আছে। ‘ঞ’ ভারকে তাহার যেমন স্থানে আনা যায় সেই পরিমাণ বাষ্পের চাপ হইলে কবাট স্থলে। এইরূপে বত-বলের বাষ্প প্রস্তুত করা আবশ্যক সেই পরিমিত বলেরই বাষ্প জন্মাইতে পারা যায়।

সুতরাং এমন বলা বাহিত্তে পারে যে এই আরক-কবাটের দ্বারা বাষ্পীয় হাঁড়ির রক্ষা হয় এবং তদ্ব্যতীত বাষ্পের বলও কখন কখন তাহা জানিতে পারা যায়। পরন্তু এই দুইয়ের মধ্যে হাঁড়ির রক্ষাই এই কবাটের তাৎপর্য—বাষ্পের বল জানিবার উপায়স্বরূপ আছে। সেই যন্ত্রের নাম বাষ্প-চাপক, উহার প্রতিরূপ পরবর্ত্তক প্রদর্শিত হইবে।

Figure 20.1

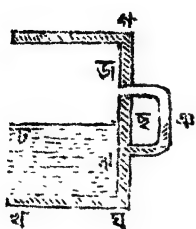


‘খ’ বাষ্পীয় হাঁড়ি। উত্তা হইতে
‘চ’ নামক একটা কাচনির্মিত
বকল নল বাহির হইয়া আসিয়াছে।
সেই নল পানির পাত্রপূর্ণ এবং তা-

হার উপরের দিক খোলা। যদি হাঁড়ির ভিতর হইতে যে বাষ্প আইসে
তাহার চাপ বাহিরে বায়ুর চাপের সমান হয় তাহা হইলে উক্ত পাত্রদ
‘গ’ নল ভাগে যত উন্নত হইয়া থাকে ‘চ’ নল ভাগেও ঊর্দ্ধে উঠ
হইয়া থাকিবে। কিন্তু ক্রমে বাষ্পের চাপ যত অধিক হইতে থাকে
ততই ‘গ’ এর দিকে পারা নত হইয়া আইসে এবং ‘চ’ এর দিকে
উন্নত হইয়া উঠে। ‘ঘ’ অপেক্ষা ‘ঙ’ এর দিকে পারা যত ইচ্ছা অধিক
উন্নত হইয়া উঠে পানি বর্গ তাকি স্থানের উপর বাষ্পের চাপ তত
পোহা হইতেছে জানিতে পারা যায়।

জল-মাপক।

পূর্বে যে ‘জল নিরামক’ যন্ত্রের বিবরণ করা গিয়াছে তদ্বারা
বোঝ হইয়া থাকিবে, যে বাষ্পীয় হাঁড়িতে আপনা হইতেই জল
যোগ্য, স্তরাং হাঁড়ি কখনই জলশূন্য হইতে পারে না। বাস্তবিক
তাছাড়া ৯৯ ঘণ্টা; ঐ যন্ত্রদ্বারা হাঁড়ির ভিতর সর্বদাই উপযুক্ত পরিমাণ
জল থাকে। কিন্তু বিজ্ঞ যন্ত্রকারেরা, পাছে জল নিরামক যন্ত্রে কোন
ব্যমাত ঘটে এই শঙ্কা প্রযুক্ত হাঁড়ির ভিতরে জল কখন কত আছে,
ইহা প্রত্যক্ষ করিবার আর একটা উপায় করিয়াছেন। তাহার নাম
‘জল-মাপক’। উহার প্রতিকৃতি পরপৃষ্ঠায় প্রদর্শিত হইতেছে।

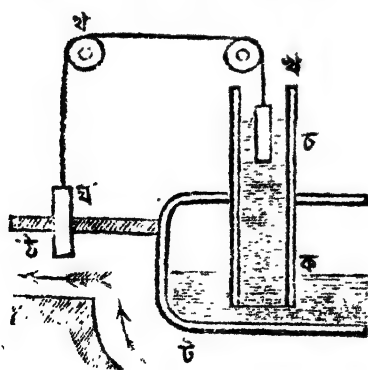


‘খগখ’ বাষ্পীয় হাঁড়ি। উপরে যেন ‘চ’ পর্যন্ত জল থাকা আবশ্যিক; তাহার কিঞ্চিৎ নিয়ে ‘বা’ নামক একটি ছিদ্র আছে আর কিঞ্চিদূর্বে ‘জ’ নামক আর একটি ছিদ্র আছে। ঐ দুই ছিদ্রে ‘জ-এক্সন’ নামক একটি কাচ-নির্মিত বক্র নল বসাইয়া দিলে, হাঁড়ির ভিতরে জল

যে ‘খ’ পর্যন্ত উন্নত হইয়া আছে কাচের নলেও ঠিক তত উন্নত হইয়া থাকিবে। স্বতরাং হাড়িতে কত দূর পর্যন্ত জল আছে তাহা বাহিরের কাচ নল দেখিয়াই জানিতে পারা যায়। ঐ ‘জ-এক্সন’ নলেরই নাম ‘জল-সাপক’।

১০৫ নম্বর

বাষ্প, নতুন সময়ে সমান পরিমাণে প্রস্তুত করিবার প্রয়োজন হয় না। কখন অধিক কখন অল্প বাষ্পের আবশ্যকতা হয়। এই নিমিত্তে মধ্যে মধ্যে চুল্লীর তাপ কখন বর্ধিত আর কদাপি হ্রাস করা আবশ্যিক হইয়া থাকে। সেই কার্য সাধনার্থে যে যন্ত্র ব্যবহৃত হয়, তাহার নাম ‘তাপ-নয়ামক’। ‘কট’ হাঁড়ি, ‘ঠট’ চুল্লী। হাড়ির



ভিতর ‘কচ’ নামক একটি নল প্রবেশিত আছে। হাড়ির ভিতরে জলের উপর বাষ্পের চাপ যত অধিক হয়, জল ঐ নলের ভিতর দিয়া ততই উন্নত হইয়া উঠে। কিন্তু ঐ জলের উপরিভাগে ‘যথখ’ রজ্জু দ্বারা বন্ধ হইয়া কোন

শূন্য-গর্ভ-ধাতু-পাত্র ভাসমান আছে। জল উত্তীর্ণ হইলে তাহার সহিত ঐ পাত্রও উত্তীর্ণ হয় এবং উহা উঠিলেই ‘যথখ’ রজ্জু লম্ব

হইয়া যায়, সুতরাং এ রক্তকণিকা অপর প্রান্তে যে 'ঠ' নামক ধাতুসম পীঠ আছে তাহা নাগিয়া চুল্লীর মুখ বন্ধ করে। চুল্লীর মুখ বন্ধ হইলেই আর তাহার ভিতর অধিক বায়ু প্রবেশ করিতে পারে না। বায়ু প্রবেশ অল্প হইলে চুল্লীর জ্বলনও হয় হয়। এইরূপে চুল্লী ক্ষণকাল স্থিমিত-তেজঃ হইয়া থাকিলেই ইঁড়ি ভিতর লম্পা লম্পা জ্বলি, তাহাতে উহার অন্তর্গত জলের উপর লম্পা কমিয়া যায়। সুতরাং নলের ভিতর দিয়া জলও নাগিয়া আইসে এবং তাহার সহিত 'ভাসমান ধাতু-পীঠ'ও আসে, আর এ পাত্র নামিলেই '১' উঠিয়া চুল্লীর মুখ উন্মুক্ত করিয়া দেয়—সুতরাং তাহাতে পুনর্বার বায়ু প্রবেশ হয় আর উহা জ্বলি। পরিশেষে চুল্লিয়া পুনর্বার সম্মানক বায়ু উৎপাদন।

দ্বিতীয় অধ্যায় ।

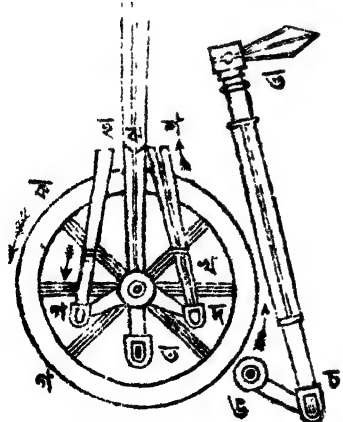
বাষ্পীয় ইঁড়ি প্রদান পদান অঙ্গ প্রত্যঙ্গের স্থল স্থল বিবরণ কহি হইল, এখানে এ বাষ্পীয়-ইঁড়ি-জাত বাষ্পকে যে, কিংবা করিয়া ব্যবহার্য্য করণোপযোগী করা যায় তাহা সংক্ষেপে বলা যাইতেছে।

কোন যন্ত্রদ্বারা যেসকল কার্য্য সাধন করা আবশ্যক হউক না কেন, তদ্বারা একবার চক্র-গতি উৎপাদন করিতে পারিলেই অপর সকল ক্রিয়া সহজেই সম্পন্ন হইতে পারে। অতএব বাষ্পের বিস্তারণ শক্তিকে অবলম্বন করিয়া কি প্রকারে চক্রগতি উৎপাদিত হইয়াছে এ স্থলে তাহাই বলা যাইবে। কিন্তু কেবল চক্রগতি উৎপন্ন হইলেই হয় না। সেই চক্রগতির সর্কীবস্থাতে সমান বেগ করিয়া রাখাও আবশ্যক, কারণ সমবেগ না হইয়া একবার অধিক বেগ এবং একবার অল্প বেগ হইলে কোন কার্য্যই সুনির্কীর্ণিত হয় না; আর যন্ত্রগীও অতি শীঘ্র জীর্ণ

এবং উন্নত হইয়া যায়। অতএব বাষ্পীয় যন্ত্রের ‘গতি-নিয়ামক’ যে যে কতি উৎকৃষ্ট উপায় সমস্ত অবলম্বিত হইয়াছে এই প্রকরণে তাহারই সূচনা সূচনা বিবরণ প্রকাশ করা যাইবে।

(ক) বাষ্পীয় যন্ত্র ।

চক্রগতি নানা প্রকারে উৎপাদিত হইতেছে দেখিতে পাওয়া যায়। গাড়ির চাকা, কুমারের চক্র, চক্র গাড়ির মোচ প্রভৃতি অনেক স্থলে চক্রগতি উদাহরণ প্রাপ্ত হওয়া যাইতেছে। কিন্তু বাষ্পীয় যন্ত্রের চক্রগতি উৎপাদনার্থ এই প্রকার কোন উপায়ই অবলম্বিত হয় নাই। যখন বুঝাইবার সময়, লোকে যে প্রকার করিয়া যুরায় বাষ্পীয় যন্ত্রও সেই প্রথা দৃষ্ট হইয়া থাকে। যখন বুঝাইতে হইলে একটি কাঠিকাকে ঐ যন্ত্রের পার্শ্ববর্তী হিঁসে বদ্ধ করিয়া হস্ত দ্বারা সেই কাঠিকার অপর প্রান্ত ধরিয়া টানিতে হয়। হস্তকে চক্রাকারে আবর্তিত করিবার আবশ্যকতা হয় না। হস্তকে সরল রেখা ক্রমে শীঘ্র শীঘ্র একবার অগ্রবর্তী ও পরক্ৰমে পশ্চাৎবর্তী করিলেই যন্ত্র ঘূর্ণিত হইয়া থাকে।



বাষ্পীয় যন্ত্রে উক্তরূপ ঘরটির কাঠি এবং হস্তের কার্য যেযন্ত্র দ্বারা সম্পাদিত হয় তাহার নাম ‘ক্রাক’। ঐ ‘ক্রাক’ যন্ত্রের প্রতিকৃতি পার্শ্ব-ভাগে প্রদর্শিত হইতেছে।

এই প্রতিকৃতিতে ‘উচ’ ‘ক্রাক’-যন্ত্রের কাঠিকা এবং ‘তচ’ উহার ‘বোজক-দণ্ড’। ঐ কাঠিকা এবং

যোজক-দণ্ড একটী সুরহৎ চক্রে সংযুক্ত হয় এবং তাহা হইলে বেরুণ দেখায় তাহাও ঐ প্রতিরুতিতে দৃষ্ট হইবে ।

সেই স্থলে 'দশ' নামক ক্রকের যোজক-দণ্ড শরাভিমুখে উন্মিত হইলেই 'কথগ' নামক চক্রটী স্বপার্থস্থ শরাভিমুখে জামিত হয় ; আবার 'ক্রাকটী' 'হপম' অংশে অবস্থিত হইলে 'হপ' যোজক-দণ্ডের শরাভিমুখে নিম্ন গতি চক্রগতে চক্রও স্বপার্থস্থ শরাভিমুখে ঘুরে ।

এইরূপে যোজক-দণ্ডের গতি ক্রমশঃ উপর নীচে হইলেই চক্র জামিত হয় । কিন্তু ঐ ক্রমের মধ্যে ক্রাক দুইবার এমন দুই স্থানে উপস্থিত হয় যে তথায় 'ক্রাকের' বল কোন কাঁথাকাদী হইতে পাবে না । তাহার এক স্থান, যখন ক্রাকের কাঠিকা যোজক-দণ্ডের ঠিক নীচে আইসে এবং অপর স্থান, যখন উহার উভয়ে এক সরলরেখায় আসিয়া চক্রের বাস স্বরূপে অবস্থিত হয় । ঐ দুই সময় 'ক্রাকের' টানে চক্র না ঘুরিয়া উহার অক্ষে, অর্থাৎ মধ্য স্থানে সমুদায় বল পড়ে । তাতে কথিখা একটী ঝাঁতা ঘুরাইয়া দেখিলেই ইহা স্পষ্ট প্রত্যক্ষ হইবে । যদি হাত না ঘুরাইয়া কেবল কাঠিকে ঠেলিয়া এবং টানিয়া অগ্রে অগ্রে ঝাঁতা ঘুরাইবার চেষ্টা করা যায় তাহা হইলে, যে, দুইবার ঝাঁতার কীলক এবং বাস্তিকার মাথা ও হস্তের কফোনি সমন্বত পাতে হয় সেই দুইবার হাতের টান ঝাঁতার কেন্দ্রস্থিত কীলকের উপরে পড়ে, ঐ টানে ঝাঁতা ঘুরিতে পারে না । 'ক্রাকের'ও এইরূপ হইতে পারে । এবং এই জন্যই ক্রাকের উক্ত দুই অবস্থাকে 'অকর্মণ্যাবস্থা' বলা গিয়া থাকে । ঝাঁতাকে অগ্রে অগ্রে ঘুরাইতে গেলে এইরূপ হয় বটে । কিন্তু যদি উক্ত ঝাঁতাকে অত্যন্ত বেগে ঘূর্ণিত করা যায় তাহা হইলে, কীলকের প্রতি আকর্ষণ হয় না অর্থাৎ ঝাঁতা এক বারও অকর্মণ্যাবস্থায় অবস্থিত না হইয়া ঐ দুই স্থান হইতে বেগে বাহির হইয়া পড়ে । জড় পদার্থের নিশ্চেষ্টতা গুণই এইরূপ হইবার একমাত্র কারণ ।

কোন কোন বাষ্পীয় যন্ত্রে দুইটি ‘ক্রাস্ক’ সংযুক্ত থাকে। তাহারই
এমত ভাবে অবস্থিত হয় যে, একটীর অকর্মণ্যাত্মক অপরটি কার্যকারী
হইয়া চক্রের ঘূর্ণন সম্পাদন করে। ক্রাস্কদ্বয় পরস্পর ৯০ অংশ অন্তর
থাকিলেই এইরূপ ঘটিতে পারে।

আড়া :

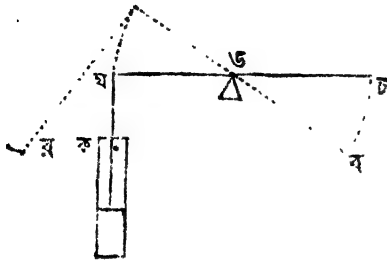
‘ক্রাস্ক’ যন্ত্রটি উল্লিখিতভাবে সঞ্চালিত হইলেই চক্রের ভ্রমণ হয়
উহা বোমগম্য হইয়া থাকিবে। এইকালে ক্রাস্কের গতি কি প্রকারে
সিদ্ধ হয়, তাহার বিবরণ করা আবশ্যিক।

সকলেই দেখিয়া থাকিবেন যে, টেকির এক দিক পায়ে করিয়া
চাপিয়া ধরিলে তাহার অপর দিক উন্নত হইয়া উঠে। বস্তুতঃ অব-
লম্ব-মধ্যক-দণ্ড-যন্ত্র মাত্রেরই এই প্রকৃতি যে, উহার এক দিক নত
হইলে অপর প্রান্ত উন্নত হয়। ক্রাস্কের যোজক-দণ্ড প্রায় একটী
অতি দৃঢ় দণ্ড-যন্ত্রের এক প্রান্তে সংলগ্ন থাকে। সেই দণ্ডের নাম
‘আড়া’। ক্রাস্ক এবং চক্র সমন্বিত আড়ার প্রতিকৃতি ২০৯ পৃষ্ঠে
প্রদর্শিত হইয়াছে।

‘কথ’ আড়া; ‘গ’ উহার অবলম্ব; ‘খজ’ ক্রাস্কের যোজক-
দণ্ড এবং ‘চঘঙ’ চক্র আর ‘ঝ’ সেই চক্রের অক্ষ। আড়ার ‘ক’এর
দিক নত হইলে ‘খ’এর দিক উঠে আর ‘ক’ উন্নত হইলে ‘খ’ নত
হয়। সুতরাং পর্যায়ক্রমে ‘খ’ নতোন্নত হইলেই ‘ক্রাস্ক’ সং-
যোগে ‘চঘঙ’ চক্র এবং ‘ঝ’ তাহার অক্ষ ঘুরিতে থাকে। আড়ার
অপর দিক, অর্থাৎ ‘ক’এর দিক কিরূপে সঞ্চালিত হয় তাহা পরে
বলা যাইবে।

(সদস্যগণ গতি নিয়ামক।)

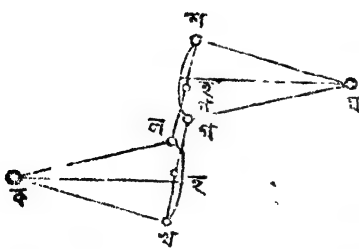
অবলম্ব-মধ্যক-দণ্ড-যন্ত্রের দুই প্রান্ত সরল রেখাক্রমে সঞ্চালিত হয়
না। উহার উভয় দিকই ঘূর্ণনাকার পথে গমন করে। দেখ ‘উঘ



দশু যন্ত্র যদি 'ও' অবলম্বে।
উপর পরিচালিত হইয়া 'বও'
ভাবে অবস্থিত হয়, তাহা হইলে
উহা এই প্রান্ত অবশ্য ধনুর্বা-
কাব পাথে গমন করিবে। অর্থাৎ

এই চুক্তি পাপ সম্বল রেখা হইবে না। দুইটাই দ্বন্দ্ব-পরিপূর্ণ অংশ হইবে।
অতএব যদি 'স' এর দিকে এক যক্তি বন্ধন করিয়া দেওয়া যায়, তবে
দেয় যক্তিও কদাপি সহযোগক্রমে উল্লিত বা পত্টিত হয় না। 'স'
উল্লিত হইলে ঐ যক্তির প্রান্ত 'র' স্থানে আগিয়া উপস্থিত হয়।

ব্যঙ্গীয় যন্ত্রে একটা চুঙ্গীর ভিতর অগল সঞ্চালিত হওয়া আব-
শ্যক, কিন্তু যেতদপ কথিত হইল তাহাতে অবশ্য বোঝ হইয়া
গাकिবে যে, সেই যন্ত্রকে কেবল আড়ার মুখে রাখিয়া দিলেই কার্য
নির্বাহ হইতে পারে না। এই ছেতু বিজ্ঞান ওয়াট সাহেব 'সমন্ত-
র-স-গতি-মিস্তানক' নামে এক প্রকার অতি দিচিত্র উপায় স্মৃতি
কবেনন নিম্নবর্তী প্রতিকৃতি দেখিলে তাহা প্রকৃতি স্পষ্ট বোধ
হইবে।

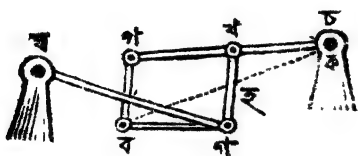


'ক' এবং 'গ' দুই দণ্ড,
উহারা পরস্পর সমান এবং আপ-
নাপন কীলকে অর্থাৎ 'ক' এবং
'ঘ' এর চতুর্দিকে ঘুরিতে পারে
আর তাহাদিগের উভয়ের 'খ'

এবং 'গ' প্রান্তভাগ 'গ' দণ্ড দ্বারা সংযুক্ত আছে, 'হ' ঐ বেষজক
দণ্ডের মধ্য স্থান। দেখ, যদি 'খ' এবং 'ঘ' উভয়েই একেবারে

দ্বিতীয় প্রথমদীর মুখ 'ল' পর্যন্ত এবং দ্বিতীয়দীর মুখ 'শ' পর্যন্ত উঠে তাহা হইলে 'গ'খ' দণ্ডও উহাদিগের সহিত উঠিয়া 'ল'শ' রেখাক্রমে অবস্থিত হইবে। তাহাতে স্পষ্টই বোধ হইতেছে যে 'গ'খ' এর 'খ' প্রান্ত 'ল' স্থানে যাইয়া পূর্বাপেক্ষা কিঞ্চিৎ দক্ষিণ দিকে আসিয়াছে, কিন্তু 'গ' ও 'শ' স্থানে বাওয়াতে ঠিক সেই পরিমাণে বাম দিকে গিয়াছে। সুতরাং 'গ'খ' দণ্ডের মধ্য ভাগ, অর্থাৎ 'হ' স্থান সরল রেখাক্রমেই চলিত হইয়াছে। ফলতঃ ঐ স্থান পার্শ্বের দিকে সবে মাত্র, কেবল নতোরত ভাবেই চলিতে থাকে।

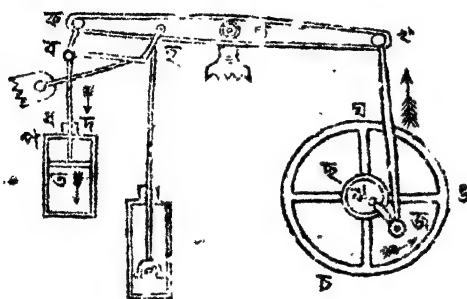
এক্ষণে বাষ্পীয় যন্ত্রের দ্বারা কি প্রকারে উক্ত দণ্ড সকল সংযুক্ত হইয়া থাকে তাহা স্পষ্ট করা যাইতেছে। এই পার্শ্ব-বস্ত্রী প্রতিরূতিতে 'ক'খ' এবং 'ম'গ' স্ব স্ব কীলকের উপর চা-



লিত হইলে 'খ'গ' বোলকদণ্ডের মধ্যস্থান 'হ' ঠিক সরল রেখায় চলিত হয়। পরন্তু 'প'র' 'খ'গ' রেখার সমান এবং সমান্তরাল আব 'ব'গ' ও 'প'খ' এর সমান এবং সমান্তরাল আর 'প'ব' যে দিকে যেমন সরে 'খ'গ' ও সেই দিকে তেমন সরে, সুতরাং 'প'ব'গ'খ' চতুর্ভুজ ক্ষেত্রটী সকল সময়েই সমান্তরাল থাকিয়া যায়, সুতরাং 'হ' স্থানের গতি সেরূপ হয় 'ব' স্থানের গতিও সেইরূপ হয়। পরন্তু 'হ' এর গতি সরল রেখাক্রমে হয় ইহা পূর্বেই বলা গিয়াছে, অতএব 'ব' এরও তাহাই হয়। ফলতঃ ঐ 'ব' স্থানে বাষ্পীয় যন্ত্রের চুঙ্গীর অর্গল বন্ধ থাকে আর 'হ' স্থানে একটি বায়ু-ও-জলনির্গাণ-যন্ত্রের অর্গল বন্ধ থাকে। সুতরাং সেই উভয় অর্গলেরই গতি সরল রেখাক্রমে হয়।

বাস্পীয় চুঙ্গী এবং অর্গল :

নিম্নবর্তী প্রতিকৃতির দক্ষিণ ভাগে বাস্পীয় চুঙ্গী এবং তাহার অর্গলের প্রতিক্রম প্রকাশিত আছে। এই চিত্রে দৃষ্টিপাত করিয়া দেখ 'পত' চুঙ্গী এবং 'বত' তাহার অর্গল। ঐ চুঙ্গী লোহ নি-



শ্মিত এবং শূন্যগর্ত।

উহার ভিতর অর্গল

এমতরূপে প্রবিষ্ট

আছে যে, তাহাতে

বায়ু বা বাষ্প কিছু

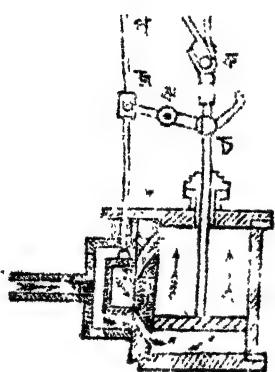
রই 'গমনাগমন' নহ

পথ নাই। বিশেষতঃ

চুঙ্গীর মুখে 'খ' নামক আর একটি পাত্র থাকে তাহা তৈল বস। প্র-
ভূতি স্রোত দ্বারা পরিষিক্ত হইয়া প্রবাহিত হয়। উহারই ভিতর
দিয়া অর্গল চুঙ্গীর মধ্যে প্রবেশ করে, সুতরাং বাষ্প বা বায়ু কিছু
ভিতর হইতে বাহিরে বা বাহির হইতে ভিতরে যাইতে পারে না।
পূর্বে যে বাস্পীয় ইঞ্জিনের বিবরণ করা গিয়াছে সেই ইঞ্জিন হইতে
একটি নল আসিয়া চুঙ্গীর ভিতর প্রবিষ্ট হয়। বাষ্প ঐ নল দিয়া
ইঞ্জিন হইতে চুঙ্গীতে আইসে এবং একবার অর্গলের নীচে যাইয়া
আপন প্রবলতর বিস্তারণ শক্তি প্রভাবে অর্গলকে ঠেলিয়া তুলে।
আবার অর্গল কিয়দূর উঠিলেই বাষ্প উহার উপরের দিকে যাইয়া
অর্গলকে নামাইয়া দেয়। এইরূপে অর্গলটা একবার উঠে এবং এক-
বার নীচে আসিতে থাকে। সুতরাং আড়ার মুখও তদ্বাচীন নীচে
যত হয়।

বাস্প কি প্রকারে একবার অর্গলের নীচের দিকে যায় এবং কতদূর

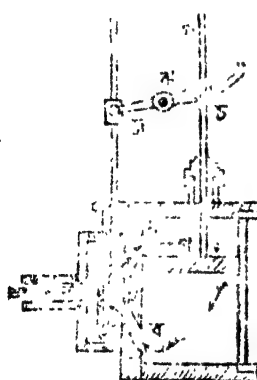
করিয়ে বা তৎপরিণামে উহার উপরের দিকে আসিলে ইহা বিশেষ
মনোযোগ পূর্বক বুঝা আবশ্যিক । বাষ্পীয় যন্ত্রের সর্বাবয়বই অতি
সুকোশল-সম্পন্ন বটে, কিন্তু অসামাপেক্ষা এক ভাগটীক বিশেষ চমৎ-
কারিত্ব আছে এবং ইহাকে কেবল চিত্র দ্বারা স্পষ্ট করাও অতি কঠিন ।
বাষ্পের উদ্ভাবোৎপত্তি দুইটি কবাট সংযোগে সম্পন্ন হয়, তাহার
একটির নাম, 'পিচ্ছিল-কবাট' এবং দ্বিতীয়টির নাম 'ডি-কবাট' ।
উহাদিগের চিত্র নিম্নে এবং পর পৃষ্ঠে প্রদর্শিত হইতেছে ।



পরবর্তী (অর্থাৎ ২১০ এবং ২১১ পৃ-
ষ্ঠের) চিত্রদ্বয়ের ওখমতীতে বাষ্প কি প্র-
কারে আসিলে অর্গলো উদ্ভূত গতি হয়
তাহা প্রদর্শিত হইতেছে । 'ন' উহার
বাষ্পনলী, এই নলীর দ্বারা হাঁড়ি হইতে
বাষ্প আসিতেছে, আসিয়া আর কোল
দিকে গর্থ না পাওয়া 'ম' নামক পিচ্ছিল-

কবাট এবং 'ল' নামক ডি-কবাটের নীচে যে বক্র পথ চিত্রিত হিষ্ট
আছে তদ্বারা চুম্বীর ভিতর প্রবেশ করিতেছে । বাষ্প অর্গলের
নীচে আসিলেই তাহার বিস্তারণ শক্তি প্রভাবে অর্গলের মুখ উন্নত
হইতে উঠে । কিন্তু কিনকূর উঠিলেই উহার উপরিভাগে 'চ' স্থানে
যে 'চক্ষ' দণ্ড যন্ত্র বদ্ধ আছে তাহার 'চ' প্রান্ত উন্নত হয় । 'চ'
উঠিলেই 'ন' অবলম্বের অপর দিকস্থ বাহুর প্রা : অর্থাৎ 'জ' নামিতে
থাকে । 'জ' নামিয়া আসিলে 'পম' দণ্ডটিও নামে কিন্তু উহা
নামিলেই পিচ্ছিল-কবাট নামিয়া আসিয়া পরবর্তী (২১১ পৃষ্ঠের)
প্রতিকৃতিতে যে ভাবে আছে-সেই ভাবে অবস্থিত হয় । সুতরাং
যুগ্মে নিম্নস্থিত যে প্রণালীর মুখ বুদ্ধ হিল তাহা কক হইয়া যায় ।

অতএব বাষ্প আর ঐ দিক দিয়া প্রবাহিত হইতে পারবে না। এইকালে বাষ্প পূর্ববৎ 'ন' দ্বারা আসিয়া পিচ্ছিল-কবাটের উপর দিক দিয়া 'ম' প্রণালী দ্বারা চুকীর ভিতর প্রবেশ করে এবং অর্গলের মুখের উপরিভাগে চাপ দেয়। সুতরাং অর্গল নাগিয়া আসিতে থাকে। আবার অর্গল নাগিতে নাগিতে 'চ' নত এবং 'জ' উন্নত হয়। সুতরাং পিচ্ছিল-কবাট সেই সহায়্যে উদ্ধৃত্ত উঠে। কিন্তু কৃৎ উঠিলেই 'ক' প্রণালী মুক্ত এবং 'ম' প্রণালী বন্ধ হয়। অতএব প্রথম



প্রতিক্রিয়াতে যে প্রকার কার্য প্রদর্শিত হইয়াছে সেইরূপ ক্রিয়া হইতে থাকে। এইরূপ পর্যায়েক্রম পুনঃ পুনঃ হওয়াতে অর্গলের উদ্ধৃত্ত গতি সম্পাদিত হয়। পরন্তু যখন অর্গলের মুখ যে দিকে উঠিলে সেই সময় যদি উহার বিপরীত দিক বাষ্প বন্ধ থাকে তবে সেই বাষ্পের প্রতিবন্ধকতা প্রযুক্ত অর্গলের

কোন দিকেই গতি হইতে পারবে না। এই বৈষম্য নিবারণের জন্য অতি অকৌশল পূর্বক বাষ্প বহির্গমনের একটা পথ প্রস্তুত করিয়া থাকে। পূর্ব প্রতিক্রিয়া (২১০ পৃষ্ঠা) দেখিলেই ইহা স্পষ্ট-বোধ হইবে যে, যখন অর্গল উপরের দিকে উঠিতেছে, তখন উহার উদ্ধৃত্ত ভাগে দ্বিত বাষ্প পরাভিমুখে যাইয়া পিচ্ছিল-কবাট এবং ডি-কবাটের গলভাগে উপস্থিত হয়; কিন্তু পিচ্ছিল-কবাটের দ্বারা চতুর্দিক আবৃত থাকতে অন্য কোন দিকে পথ না পাইয়া ঐ ডি-কবাটে যে 'ই' নামক ছিদ্র আছে তাহারই দ্বারা বাহির হইতে থাকে। আবার যখন অর্গল নাগিয়া আসিলে (২১১ পৃষ্ঠা) তখন কৃৎ উঠে

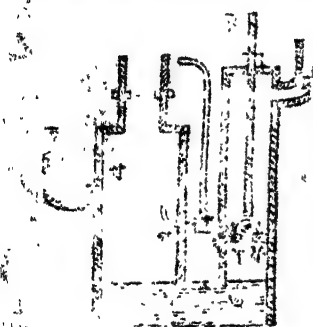
প্রক্রিয়া

বাপ্প 'গ' প্রণালী দিয়া ডি-কবার্টের পশ্চাৎভাগে যায় এবং তথা হইতে 'হ' দ্বিজে দ্বারা বাহির হয়।

বাপ্প চুঙ্গী হইতে বাহির হইয়া কি হয় তাহা পক্ষে কথিত হইতেছে।

বাপ্প সংযোজক।

পূর্বেই বলা গিয়াছে যে, বাষ্পীয় যন্ত্রের অবাস্তব ভেদ অনেক আছে। কিন্তু তন্মধ্যে প্রধান ভেদ দুইটি। এক প্রকার যন্ত্রে বাষ্প, চুঙ্গী হইতে বাহির হইয়া বায়ুতে যায় আর এক প্রকার যন্ত্রে বাষ্পের তাড়ন অপব্যয় হয় না—বাপ্প চুঙ্গী হইতে বাহির হইয়া একটা ব্লক পাত্রে জলগত হয় এবং সেখানে সংকুচিত হইয়া পুনর্বার জল হইয়া থাকে। ঐ পাত্রের নাম বাষ্প সংযোজক।



'ক' নামক প্রণালী দ্বারা চুঙ্গীর বাষ্প 'খ' নামক একটা লৌহময় ব্লক-পাত্রে প্রবিষ্ট হয়। ঐ 'খ' এর চতুর্দিকে শীতল জল থাকে এবং 'গ' নামক প্রণালী দ্বারা উত্তার ভিতরেও শীতল জল প্রবিষ্ট হইতে থাকে; বাষ্প সেই শীতল জল সংস্পর্শে তৎক্ষণাৎ ঘনীভূত হইয়া

জল হইয়া যায়। 'খ' নামক বাষ্প-সংযোজকের তলভাগে 'ঘ' নামক একটা কবার্ট সংস্থাপিত আছে। সেই কবার্ট এরূপ যে, কেবল বাহিরের দিকেই খুলে, কদাচি ভিতরের দিকে খুলে না। বাষ্প ঘনীভূত হইয়া জল হইলে 'ঘ' কবার্ট উন্মুক্ত হয় এবং জল তৎক্ষণাৎ ঐ দ্বার দিয়া 'ঙ' নামক চুঙ্গীর ভিতরে প্রবেশ করে।

সামান্য।

এক 'ঙ' নামক চুঙ্গীর ভিতর (২১২ গ্রেড) 'প' নামক একটা কবার্ট আছে। সেই কবার্টের দ্বারা 'প' এবং 'ক' নামক দুইটি কবার্ট

থাকে। তাহার কেবল উদ্ধৃতিই খুলিতে পারে। নীচের দিকে যেন
না। 'পক্ষ' অর্গলের অগ্রভাগ বাষ্পীয় যন্ত্রের আড়ার একস্থানে
সংযুক্ত থাকে। আড়ার মেরু দিক উঠিলেই ঐ অর্গল উঠে। উঠা
উঠিলেই 'স' এর পশ্চাত্তান শূন্য হয়। সুতরাং ভিতরকার জল
বাষ্পাদির চাপে ঐ কবচি খুলিয়া যায় এবং তৎক্ষণাৎ 'ও' স্থান ঐ
সকল পদার্থে পরিপূর্ণ হয়। আবার নতুন আড়ার নিঃস্রাবিত বশত
বোমার অর্গল নীচিয়া আসিতে থাকে তখন 'ও' পাত্রস্থিত জল-বাষ্পা-
দির প্রাচীর উপর হইতে চাপ পড়াতে বোমার মুখের 'প' এবং 'ক'
নামক দুইটি কবচি খুলিয়া যায়। সুতরাং 'ও' হইতে তাৎক্ষণিক
উপরে উঠে। উপরে উঠিয়া উঠা 'ও' নামক খণ্ড দ্বারা চলিয়া
যায়। ঐ 'ও'ই বাষ্পীয় হাড়ির জল-বোজন প্রণালী। সুতরাং
ইহাতে যে জল পড়ে, তাহা পুনরায় বাষ্পীয় হাড়িতেই যায়। কি
চমৎকার! একবার যে জলকে বাষ্প করিতে সেই বাষ্পের বিস্তারণ-
শক্তি পানাবে চুম্বকের অগল পবিচালিত হইয়াছিল, সেই জলই
পুনর্বার বাষ্প সংস্রাবক-যন্ত্র মধ্যে আনিয়া জল হইল, এবং বোমা
দ্বারা উত্তোলিত হইয়া প্রণালী সহকারে পুনরায় হাড়ির ভিতর
প্রবেশ করিল। এইরূপ বারবার হইতে থাকিল। অতএব যদি
নীতল-জল-সেক ব্যক্তিরকে বাষ্প সংস্রাবের উপায়ান্তর থাকিত তবে
এইরূপ বাষ্পীয় যন্ত্রে একবার জল লইলে পুনরায় জল গ্রহণ করিবার
কোন প্রয়োজন হইত না।

তৃতীয় অধ্যায়।

পূর্বে যাহা যাহা কথিত হইয়াছে তা সমুদায় স্মরণ থাকিলে
অবশ্যই বোধ হইবে যে, বাষ্পীয় যন্ত্র - ক্রম সমুদায় জল প্রণালী
সম্বন্ধিত হইলেই কার্যসাধনোপ যোগ্য হয়। দেখ, চুম্বকের তাল
হাড়ির মধ্যে বাষ্প হইতে থাকিল, জলনিগামক-যন্ত্র ঐ হাড়িতে

প্রাকৃতিক বিজ্ঞান

অন্যজানারূপ জল যোগাইতে লাগিল, বাষ্প-বাহিনীগুলি দ্বারা বাষ্প, চুল্লীতে প্রবিষ্ট হইল এবং সেই চুল্লীর পিচ্ছিল-কণাট এবং তি কণাটির দ্বারা বাষ্প একবার চুল্লীর উপরের দিকে এবং পরে নিম্নভাগে বাইরা চাপ প্রদান করিল। তাহাতেই চুল্লীর অর্গল উপর নীচে করিয়া-পরিচালিত হইল, ও তৎসহযোগে আড়ার এক দিকের উজ্জ্বলোৎপত্তি সম্পাদিত হওয়াতে উহার অপর দিকও চালিত হইল, সুতরাং যোজক এবং দুই-দুই সহকারে অক্ষের ও উৎ-সমস্ত চক্রের ভ্রমণ হইতে লাগিল; আর বাষ্পও চুল্লী হইতে বাহির হইয়া সংযাতক-যন্ত্রে গিয়া পুনরায় ভ্রমণে পরিণত হইয়া বোমাবস্ত্র দ্বারা উত্তোলিত হইলেই পুনরায় জনসমাজক প্রণালী দ্বারা বাষ্পের হাঁড়তে অংগমন করিল।

এবে আর বাকী কিছুই নাই বোঝ হয়। ফলতঃ তাহা নহে। বাষ্পীয় যন্ত্রগতি নিয়ামক আর প্রধান তিনটী অঙ্গ আছে। তাহা-দিগের প্রকৃতি অবগত হওয়া আবশ্যিক। না হইলে এই অতি সুকৌশল-সম্পন্ন যন্ত্রের সকল ব্যাখ্যা কৌশল অবগত হওয়া হয় না।

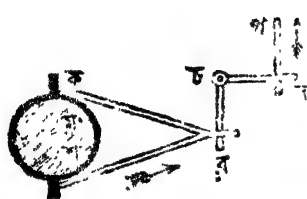
সেই তিনটীর মধ্যে একটির নাম বিষম কৈন্দ্র-চক্র—দ্বিতীয়টির নাম 'গবর্ণন' এবং তৃতীয়টির নাম উদ্ভূতী-চক্র। এই তিনটির বিবরণ-ক্রমশঃ প্রকাশিত করা যাইতেছে।

বিষম কৈন্দ্র চক্র।

একটি চক্রাকার কাঠ খণ্ড লও, সেই কাঠ-খণ্ডের কেন্দ্রের কিয়দূরে একটি চিহ্ন কর। পরে ঐ চক্রের চতুর্দিকে একটি অল্প রূপী পরিবর্তিত করিয়া দেও। অল্প রূপী যেন চক্রের গায়ে অধিক আঁটিয়া না বইসে সুখচ পাঁচের দিকে এমন রূপে বন্ধ থাকে যে কোন প্রকারে খসিয়া না পড়ে। পরে ঐ অল্প রূপীর দুই দিকে দুইটি লগু বন্ধ করিয়া সেই লগু বন্ধের মুখ একত্র সংযুক্ত কর। এইরূপ করিয়া যদি চক্রের ভিত্তে একটি কঁকর বন্ধ করিয়া তৎসহযোগে ঐ চক্রকে ঘূর্ণিত করিতে থাক

তাহা হইলেই দেখিতে পাওনে যে, চক্রটী যত ঘুরিতে থাকিবে "পূর্ণোৎকৃত দণ্ড ঘরের মুখও সম্মিলিত হইবে, একবার চক্রের নিকট কিংবা সন্নিহিত থাকিলে আবার তাহার পুনঃ কিংকিন্দ্রে গমন করিবে। সুতরাং চক্রটী ক্রমাগত এক দিকে ঘুরিতেও উক্ত দণ্ড ঘরের মুখ ভাগ দ্বারা রেলক্রমে গমনাগমন করিতে থাকিবে।

এইরূপ যন্ত্রকে বিসম্বিকল্প-চক্র বলা যায়। এই চক্র বাষ্পীয় যন্ত্রের অক্ষে নিবেশিত থাকে এবং সেই অক্ষের সহিত ঘুরে। ইহা দ্বারা ক পিষ্টিল-কম্বাটের গতি সম্পাদিত হয়। ইহাও প্রতিরূপিত নিম্নে প্রদর্শিত হইবে। এই চিত্র দেখিলেই বোধ হইতে পারে

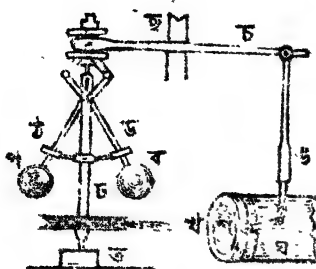


যে, ভিতরের চক্র খানির কীলক-স্থান যে 'ম' তাহা উহার বাস্তবিক কেন্দ্র নহে। চক্রটী 'ম'এর উপর ঘুরিলেই 'ক' এবং তারিফবর্তী স্থানে যে দণ্ড ঘরের দুই প্রান্ত সংলগ্ন আছে, তাহা একবার নীচে এবং তাহার পর উপরে

দিকে উঠিতে থাকে, সুতরাং দণ্ডঘরের মুখ অর্থাৎ 'র' স্থান একবার সরিয়া আইসে আবার চলিয়া যায়, তাহাতেই 'রচলপ' মিশ্র-দণ্ড-যন্ত্রের 'লপ' ভাগের উল্লান্বোগতি সম্পাদিত হইতে থাকে। এই 'লপ' স্থানেই বাষ্পীয় চক্রটীর অন্তর্গত পিষ্টিল-কম্বাট সংযুক্ত হয়। সুতরাং উহাও তৎসহযোগে চলিতে থাকে।

গবর্ণর।

গতি-নিয়ামক গবর্ণর নামক দ্বিতীয় যন্ত্রের প্রকৃতি ইহা অপেক্ষাকৃত অধিক চমৎকারজনক। গবর্ণর শব্দের অর্থ শাসনকর্তা। বলতঃ এই যন্ত্রটী সমুদায় বাষ্পীয় যন্ত্রের শাসনকর্তৃ স্বরূপ হইয়া থাকে। ইহার



যদি বাষ্প যথোচিত পরিমাণে চুঙ্গীর
ভিতর দাগ—কবটিও অধিক এবং এক-
বার যথোচিত পরিমাণে না, সুতরাং
বাষ্পীয় যন্ত্রের গতিও যথোচিত
নিষ্কাশ হয় না। পাশ্চাত্যে ইহার

একটি প্রতিরূপ দেয়া হইল।

এই চিত্রেব দক্ষিণ ভাগে 'গবর্ণর' এবং বামভাগে 'ক' নামক
বাষ্প-বাহিনী নীচ দৃষ্ট হইতেছে, এই নীচের মুখে 'গ' নামক একটি
কবটি এমত ভাবে নির্দেশিত আছে যে 'গ' নামক দণ্ডের ওপর
হইলে সেই নীচের মুখে ক্রমশঃ বন্ধ হইয়া যাই এবং 'ক' নামক
হইলে উহা অগ্নি অগ্নি স্থানিত থাকে। এই 'গ' নামক দণ্ড 'চ' নামক
দণ্ডের উপর প্রাপ্ত হইলে দক্ষিণ ভাগে যে 'গবর্ণর' যন্ত্র দৃষ্ট হইতেছে
তাহার সীমদেশে সমস্ত রাখা হইবে। সুতরাং যদি গবর্ণরের নির্দেশ
দেখি কোন কবটি না রাখা হইতে থাকে, তবে 'চ' দণ্ডের যোগে
'গ' দণ্ডও তদ্বিপরীত ভাবে পরিচালিত হইবে, সুতরাং তৎক্ষণাৎ
'গ' নামক কবটিও আপনা হইতেই কখন বা বন্ধ এবং কখন বা
উন্মুক্ত হইবে। এবং 'গ' নামক কবটি বন্ধ হইলেই বাষ্পীয় পথ
বন্ধ হইবে, যন্ত্রের ক্রতবেগ নিবারিত হয় এবং এই কবটি উন্মুক্ত
থাকিলেই বাষ্পীয় পথ প্রশস্ত হইয়াতে যন্ত্রের গতিও ক্রমবেগে সম্পা-
দিত হইতে পারে। এক্ষণে বিবেচনা করিতে হইবে যে 'গবর্ণরের'
নিম্নভাগে যে চক্র আছে তাহাকে এবং বাষ্পীয় যন্ত্রের অক্ষকে
এক উভয়কে পরিবেষ্টন করিয়া একটি রজ্জু আছে, সুতরাং অক্ষের
ধ্বনি এই রজ্জু সংযোগে চক্র এবং তৎসহ গবর্ণরের 'চ' নামক মেক-
নিজম হইতে থাকে। অতএব অক্ষটি অধিক বেগে ঘূর্ণিলে উক্ত মেক-

মত ও সত্য বিষয় বেগসহকারে ঘণিত হয়। পরন্তু উহা হইলেনই। প
এবং 'ব' নামক দুইটা লোহময় গোলাও ঘূর্ণিতে ঘূর্ণিতে চক্রাক্রমণ
জনিত প্রত্যেকবিমুখ-বলের প্রাদুর্ভাব মেঘনগের নিকট হইতে গুলি
অপস্থান হইতে থাকে। ১০০ ফুট কাঁচির মুখদ্বয় পরস্পর দূরবর্তী
হইলে তাহাদিগের শরৎকাণ্ড নষ্ট হইয়া কৌলকের নিকটে আইসে
গবর্ণরের এই দুই গোলা পরস্পর প্রীভূত হইতে থাকিলেও উহা
নিম্নের সীমাপ্রাণ সেইরূপে নীচ হইয়া আইসে। সুতরাং 'চ' মণ্ডের
যে প্রাণ মত নীচদেশে সঞ্চার আছে, তাহাও নামিয়া পড়ে এবং
তদ্বারা ই বাম্পীয় নলীর মুখ 'গ' কবাট দ্বারা বদ্ধ হইয়া যায়।
কিন্তু কণা গেল কবাট বদ্ধ থাকিলে চক্রের ভিতর বাষ্প অস্পষ্ট
সুতরাং অর্গলের এবং বহুসহ আড়ার ও তদ্বারা ক্রান্তের যোগে অর্গল
বেগ কমিয়া আসিলে। ১০০ ফুট অর্কের বেগ বহু দ্বারা সংক্রান্ত
হইয়া। গবর্ণরের যেসকল লোহা জমিয়াছিল তাহাও স্থান হয়, সুতরাং
'গ' প্রাণ 'ব' নামক গোলা দুইটা পরস্পর নিকটবর্তী হয়, এবং
তাহা হইলেনই গবর্ণরের শরৎকাণ্ড উঠে হইয়া উঠে, আর তাহা উঠি
লেই 'চ' মণ্ডের যোগে পুনঃপ্রাণ 'গ' খুলিয়া যায় এবং বাষ্পের
পথ মুক্ত হইয়া অর্গলের বেগ বৃদ্ধি হইতে থাকে।

উদ্ভিদিক।

গতি-নিয়ামক তৃতীয় যন্ত্রের নাম উড্ডীন-চক্র। ইহা একটি
লৌহময় স্রবহৎ চক্র মাত্র। ইহা বাম্পীয় যন্ত্রের অর্কে স্থাপন
থাকে এবং তাহার সহযোগে প্রাণিত হয়। বাম্পীয় যন্ত্রের অর্কে
গতি যদিও সর্ব সন্ময়ে সমবেগে নিষ্কাশিত না হইবার নানা
উপস্থিত হয়, তথাপি এই স্রবহৎ উড্ডীন-চক্রটী একবার ঘূর্ণিত
হইলে তাহার গুলিই অর্কের জল সর্বদা সমবেগে নিষ্কাশিত হইয়া
থাকে। বস্তুতঃ এই চক্রটীই বাম্পীয় যন্ত্রের 'বল-ভাণ্ডার'।

প্রাকৃতিক বিজ্ঞান ।

হইয়া আছে । যখন বাষ্পীয় যন্ত্রে বল অধিক হয় তাহার অনেক ভাগ যেম এই স্রুহৎ চক্রের জামণেই ন্যস্ত হইয়া থাকে, আবার যখন বাষ্পীয় যন্ত্রের বল হ্রাস হইয়া আইসে তখন এই চক্রের সমাপিকা-প্রস্তা অধিক তাহার বল হঠাৎ হ্রাস না হওয়াতে তাহা হইতেই প্রয়োজনীয়রূপে বল তাকে সঞ্চাৰিত হয় । ফলতঃ অল্প পদার্থের যে স্বতাবসিদ্ধ শক্তিকেন্দ্র তখন তাহা তাহার কার্যকাহিতার একমাত্র কারণ । উদ্ভটীম-চক্রের প্রতিকৃতি ইহার পূর্বে (২০৯ পৃষ্ঠে) আড়ার প্রতিকৃতির সঙ্গে প্রদর্শিত হইয়াছে ।

উপসংহার ।

বাষ্পীয় যন্ত্রের সহস্রাব অঙ্গ প্রত্যঙ্গের বিবরণ স্বতন্ত্র স্বতন্ত্র রূপে দিয়া হইয়াছে, এক্ষণে যন্ত্রের শেষভাগে উক্ত যন্ত্রের একটি সম্পূর্ণ প্রতিকৃতি প্রদত্ত হইল । ইহার 'চ' স্থানে চুলী 'খ' স্থানে বাষ্পীয় হাড়ি, 'গ' জল-মাপক, 'ঙ' বাষ্প-মাপক, 'ধ' স্থলে রক্ষ-কবাট, 'ক' জল-নিয়ামক, 'খস' বাষ্পীয় নলী 'নক' জলপ্রণালী, 'গ' চুলী, 'ত' অর্গলের মুখ, 'ঙখ' স্থলে সমান্তরাল-গতি-নিয়ামক যন্ত্র, 'এখ' বাষ্প-সংযাতক, 'ন' বোমা, 'খকচ' আড়া, 'চদ' জাক, 'জজ' উদ্ভটীম চক্র, 'ছ' গবর্ণর, ইত্যাদি ।

দ্বিতীয় খণ্ড সমাপ্ত ।

